

# إصلاح ولف لمنظّمات ولمحركات والآلات الكهربائية

تأليف

محمد عبد الرحمن الهادي

رئيس قسم هندسة كهربائية وإلكترونية مه فرنسا

دار قتيبة

## الملفات والأثر المغناطيسي للتيار

إن للتيار الكهربائي أثراً حرارياً ومغناطيسياً وكيميائياً.  
وفي دراسة المحولات والمنظومات والمحركات نستفيد من الأثر المغناطيسي للتيار الذي هو مبدأ وأساس عمل هذه الأجهزة.

### الملف والتيار المستمر:

إذا وصلنا ملف بمصدر تيار مستمر نجد أن هذا الملف ولد مغناطيسية لها قطبان أحدهما شمالي والآخر جنوبي. ويمكن عكس القطبية إذا عكسنا تغذية الملف أو عكسنا اتجاه لفه.

وتتناسب القوة المغناطيسية مع شدة التيار ومع عدد اللفات وشكل الملف وقياسه. ويمكن التأكد من مغناطيسيته الثابتة إذا قربنا من الملف صفيحة رقيقة من الفولاذ فنحدها تتحذب بقوة ودون أي اهتزاز.

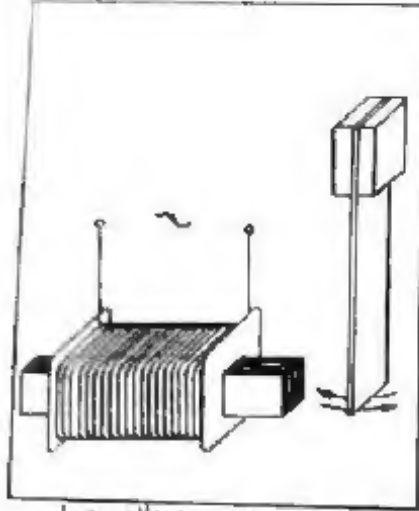
### الملف والتيار المتناوب:

إذا أعيدت التجربة السابقة بتغذية الملف بالتيار المتناوب (٥٠ هرتز) فإن الصفيحة تهتز بسبب التجاذب والتنافر لأن المغناطيسية الناتجة متغيرة بتواتر يساوي تردد التيار، أي تتغير القطبية من شمالي إلى جنوبي وبالعكس (١٠٠ مرة) في الثانية (الشكل).

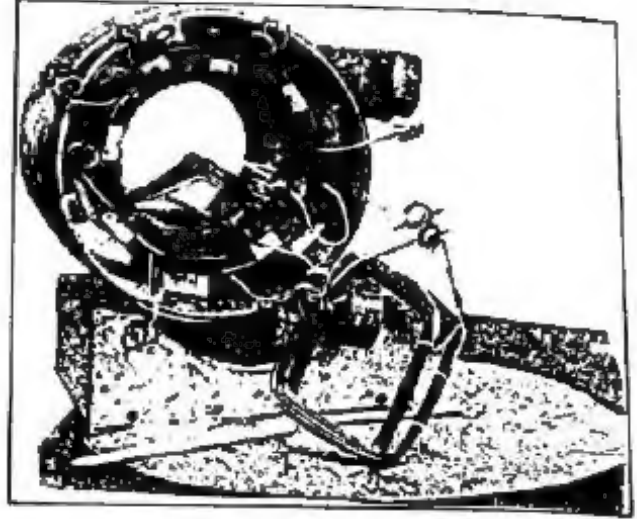
### ملفات المحرك:

يتكون المحرك من عدد من الملفات أو المجموعات متصلة مع بعضها على التسلسل أو التفرع وبطريقة مناسبة لتوليد التحريض المغناطيسي الدوار (الشكل). ولكل ملف ضلعان يوضع كل ضلع في مجرى من مجاري المحرك فأحد الضلعين يولد قطباً شمالياً والآخر قطباً جنوبياً.

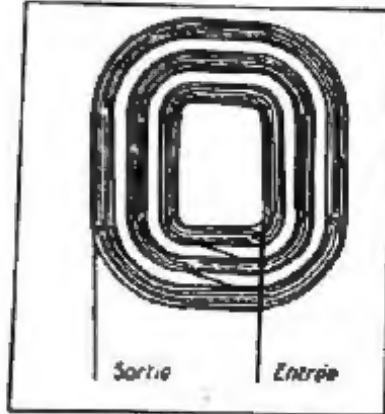
أما المجموعة فقد تتألف من ملفين أو أكثر متداخلة أو متتالية هذه المجموعة لها بداية واحدة ونهاية واحدة للتغذية وتشكل فقط قطبين أحدهما شمالي والآخر جنوبي مع مراعاة اتجاه اللف في كل الملفات وعدم إرتكاب خطأ عند تنزيل هذه الملفات في المجاري.



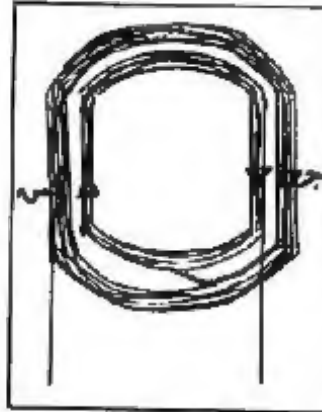
مرور تيار متناوب في الملف يجعل  
الصفحة الحديدية تهتز وتغير القطبية بما  
يتناسب مع تردد التيار



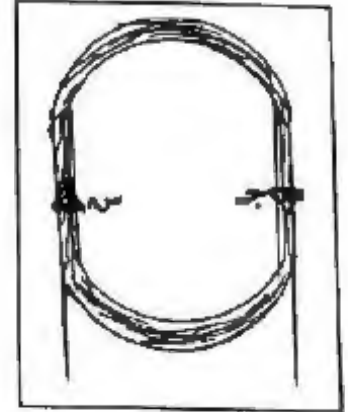
ملفات المحرك أثناء التنزيل في المحاري  
وقبل التوصيل



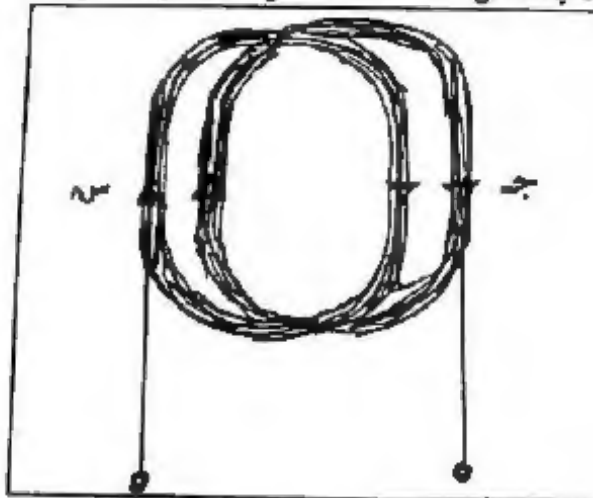
بجموعة ملف متنازل ثلاثي يحتل 6  
محاري ويشكل قطبين فقط - لاحظ  
اتصال كل ملفين من الأسفل



بجموعة ملف متنازل ثنائي يحتل  
4 محاري ويشكل قطبين فقط -  
لاحظ اتصال الملفين في الأسفل



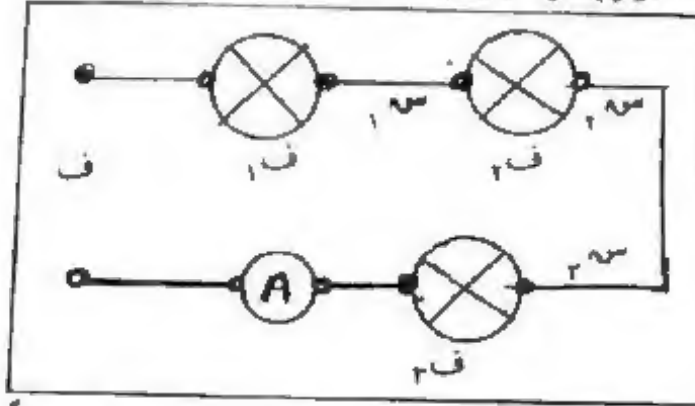
ملف يوضع في محرين  
يشكل أحدهما قطب شمالي  
والآخر قطب جنوبي



بجموعة ملف متنازل ثنائي  
الملفين متساويين ومتصلين

## الوصل على التسلسل (على التوالي)

ويدعى التوصل على (السيرى)، وتظهر مواصفات الوصل التسلسلي إذا



فمنها يتوصل عدة مصابيح كما في الشكل فنجد أن توهجها ضعيف ونقيس التوتر على طرفي كل مصباح وشدة التيار في عدة نقاط فنلاحظ ما يلي:

١ - توتر المنبع = مجموع التوتر على الآخذات. وإذا كانت الآخذات متماثلة تماماً فنجد أن توتر المنبع = التوتر على طرفي الآخذة  $\times$  عدد الآخذات

$$F = F_1 + F_2 + F_3$$

٢ - شدة التيار متساوية في جميع نقاط الدارة

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

٣ - إذا حدث انقطاع في أي نقطة ينقطع التيار عن كل الآخذات.

٤ - لا يمكن التحكم بكل آخذة لوحدها بل تعمل جميع الآخذات معاً وتتوقف معاً.

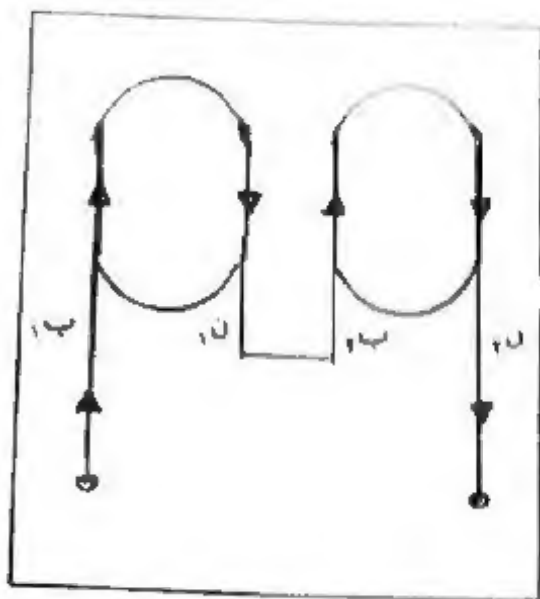
٥ - المقاومة الكلية للدارة = مجموع المقاومات للآخذات التسلسلية

$$M = M_1 + M_2 + M_3$$

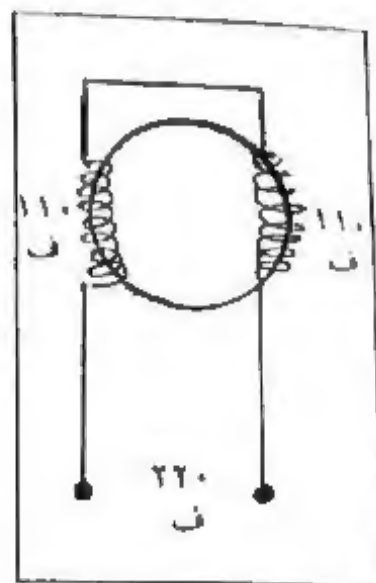
يستخدم هذا الوصل لتقسيم توتر المنبع على مجموع الآخذات، فمصابيح الزينة الصغيرة يصل إلى كل مصباح توتر المنبع ٢٢٠ ف مقسماً على عدد المصابيح.

### وصل ملفات المحرك على التسلسل:

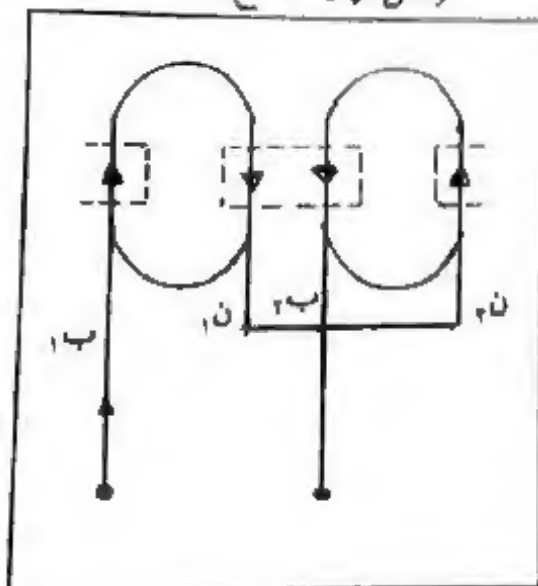
١ - وصل ملفين على التسلسل: فيشكلان ٤ قطب أو ٢ قطب حسب طريقة التوصل.



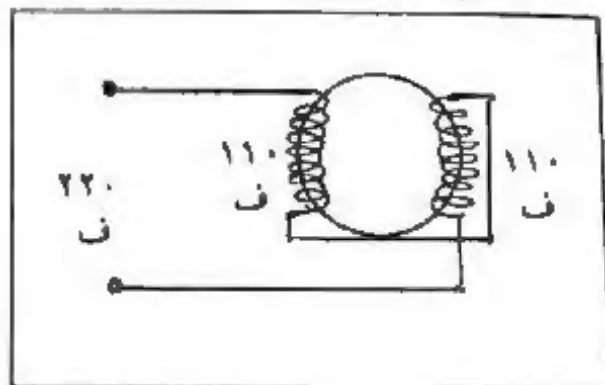
ملفين على التسلسل  
يشكلان ٤ قطب ١٥٠٠ د/د  
الوصل نهاية ١ مع بداية ٢



الوصل الدائري العملي  
ملفين على التسلسل  
٤ قطب ١٥٠٠ د/د



ملفين على التسلسل يشكلان ٢ قطب  
٣٠٠٠ د/د  
الوصل نهاية ١ مع بداية ٢

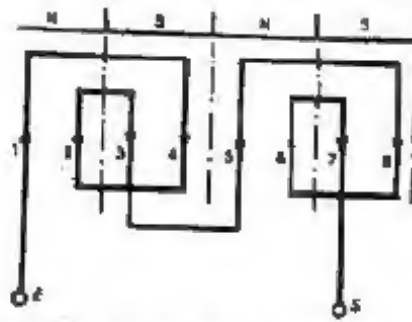


الوصل الدائري العملي لملفين على التسلسل  
يشكلان ٢ قطب ٣٠٠٠ د/د  
(مثال محرك أحادي مضخة ماء  
أو محرك جليخ ٢ قطب)

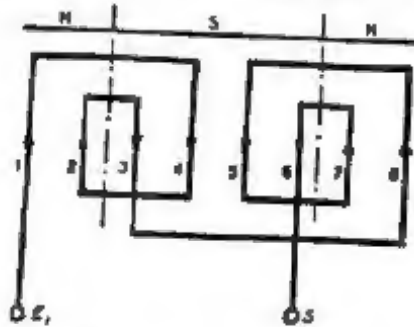
يحتل الملف بحرين  
يصبح أحدهما قطب  
شمالي والآخر جنوبي



تعاكس القطبية  
إذا عكس  
اتجاه التيار

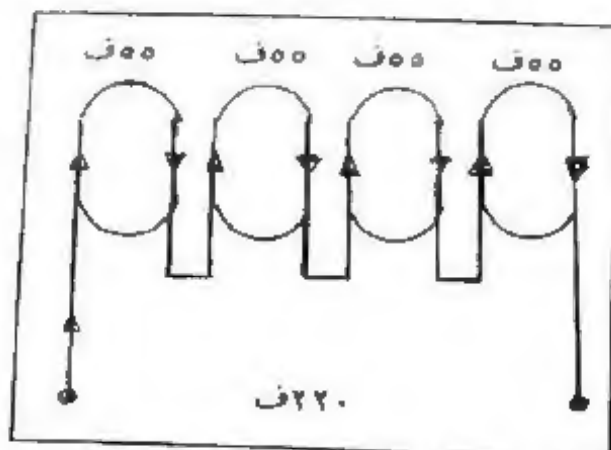


وصل مجموعتين متداخلتين على التسلسل  
تشكلان ٤ قطب ١٥٠٠ د/د  
في محرك ٨ بحري  
لتحديد الأقطاب تتبع أسهم اتجاه التيار  
الوصل نهاية ١ مع بداية ٢  
لاحظ الشكل كل ملف بلفة واحدة فقط  
لتبسيط وتسهيل رسم المخطط

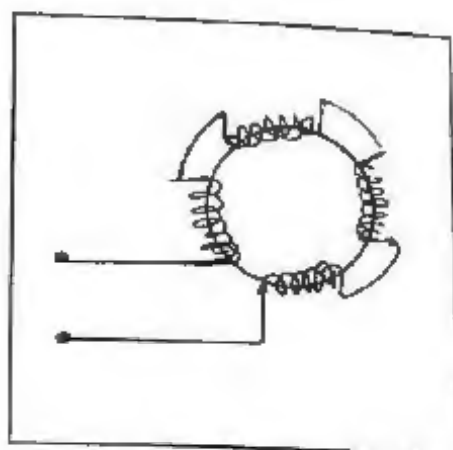


←  
وصل مجموعتين متداخلتين على التسلسل  
تشكلان ٢ قطب ٣٠٠٠ د/د  
في محرك ٨ بحري  
الوصل نهاية ١ مع نهاية ٢

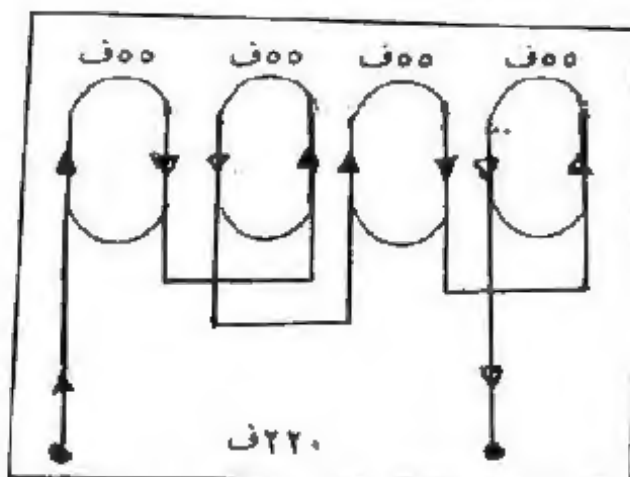
٢ - وصل أربع ملفات على التسلسل: توزع هذه الملفات على محيط ثابت المحرك أي بين كل ملف وآخر ٩٠° فتشكل ٨ قطب أو ٤ قطب وذلك حسب طريقة الوصل.  
وبشكل عام فإن عدد الأقطاب يساوي عدد الملفات أو ضعف عدد الملفات المتصلة مع بعضها، وكلما زاد عدد الأقطاب تنقص سرعة المحرك وسندرس ذلك في بحث المحركات.



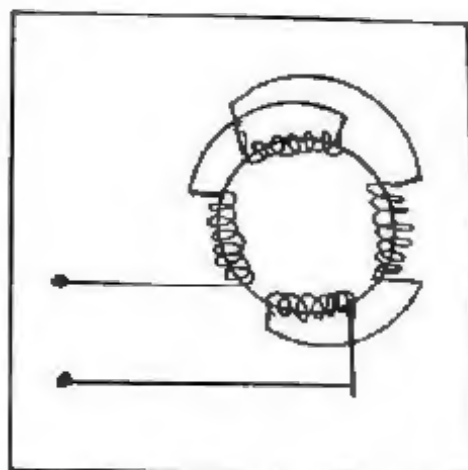
وصل ٤ ملفات على التسلسل ليتشكل ٨ قطب  
د/د ٧٥٠ التوصيل نهاية ١ مع بداية ٢ ونهاية ٢ مع بداية ٣ وهكذا  
(عدد الأقطاب = ضعف عدد الملفات)



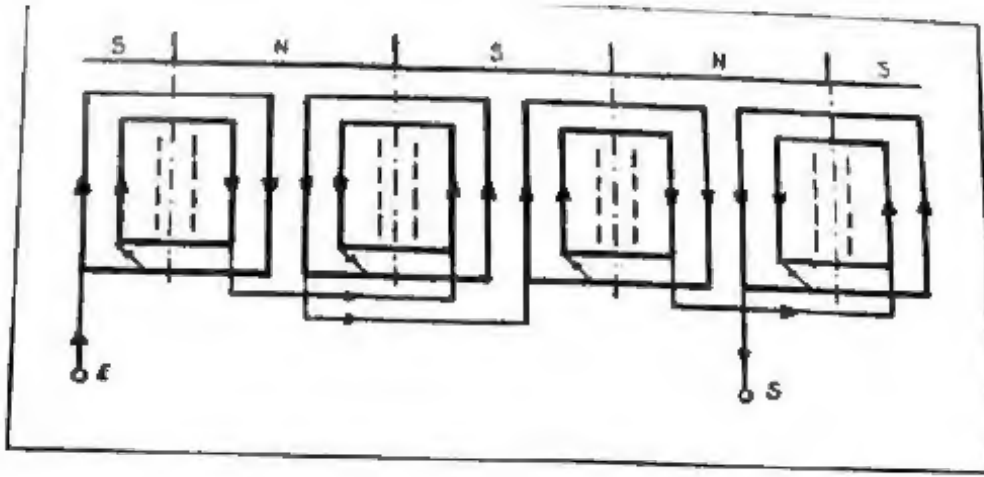
الوصل الدائري العملي لمحرك فيه  
٤ ملفات على التسلسل  
بشكل ٨ قطب د/د ٧٥٠



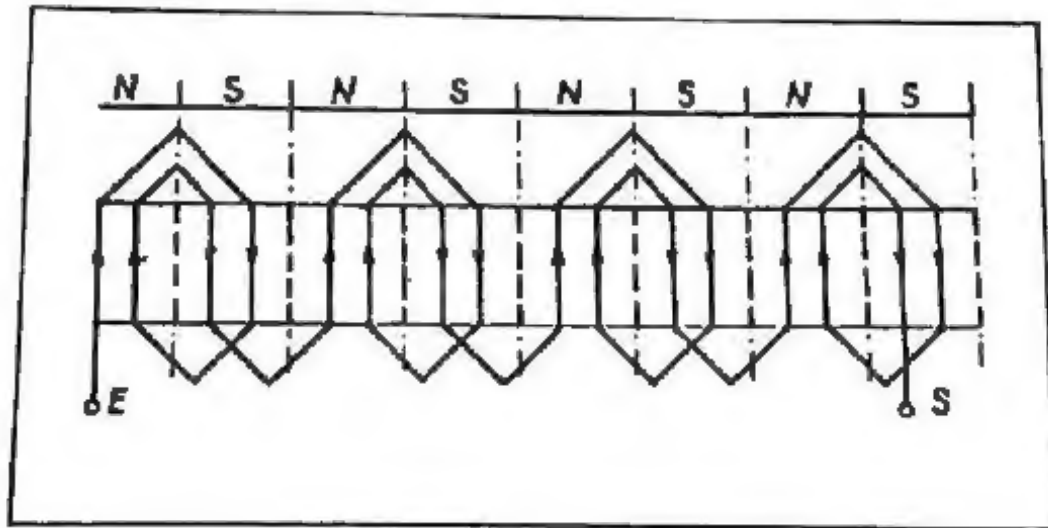
وصل ٤ ملفات على التسلسل لتشكل ٤ قطب  
د/د ١٥٠٠  
التوصيل نهاية ١ مع نهاية ٢ وبداية ٢ مع بداية ٣ وهكذا



الوصل الدائري العملي لمحرك فيه  
٤ ملفات على التسلسل  
بشكل ٤ قطب د/د ١٥٠٠  
(محرك غسالة عادية)



توصيل ٤ مجموعات متداخلة في محرك أحادي ٢٤ مجرى لتشكيل ٤ قطب ١٥٠٠ د/د  
توصيل تسلسلي (كل ٤ أضلاع تشكل قطب) (يدعى توصيل تعاكسي)  
المجاري الفارغة لللفات الإقلاع



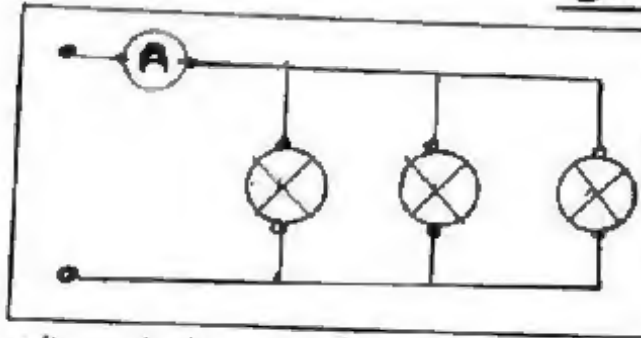
نموذج آخر لرسم ٤ مجموعات متداخلة في محرك أحادي ٢٤ مجرى على التسلسل لتشكيل ٨  
قطب ٧٥٠ د/د (كل ضلعين يشكلان قطب)  
(يدعى توصيل تعاقبي) المجاري الفارغة لللفات الإقلاع



## الوصل على التفرع (النوازي)

إذا وصلنا عدة مصابيح كما في الشكل بحيث يغذي خط رئيسي أطراف البدايات وخط آخر أطراف النهايات. نلاحظ أن المصابيح تضيء بشكل طبيعي وحيد، ويمكن فصل أو وصل أي آخذة دون أن تتأثر باقي الآخذات. ونستنتج ونلاحظ ما يلي:

### مواصفات الوصل على التفرع:



←  
ثلاثة مصابيح على التفرع  
التوتر متساو  
في كل المصابيح

١ - توتر المنبع يساوي التوتر الواصل لكل آخذة (ويمكن إهمال التوتر الضائع في التواقل).

$$\text{أي } F = F_1 = F_2 = F_3$$

٢ - شدة التيار الكلية تساوي مجموع الشدات الفرعية.

$$\text{أي } S = S_1 + S_2 + S_3$$

٣ - إذا تعطلت أو فصلت أي آخذة لا تتأثر باقي الآخذات.

٤ - يمكن التحكم بكل آخذة على حدة بواسطة قاطع على خط تغذيتها الفرعي. ويمكن وضع قاطع رئيسي يقطع كل الدارة كما في القاطع أو الديجنتور الرئيسي للمنزل.

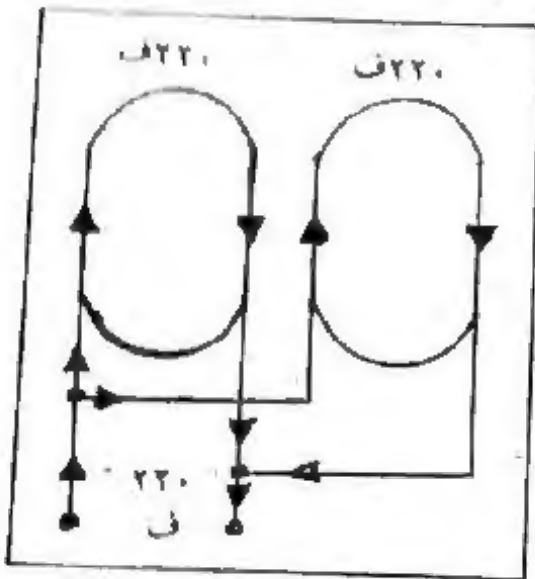
٥ - المقاومة الكلية للدارة تساوي مجموع مقلوب المقاومة الفرعية وهي أصغر من أصغر مقاومة.

$$\text{أي } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

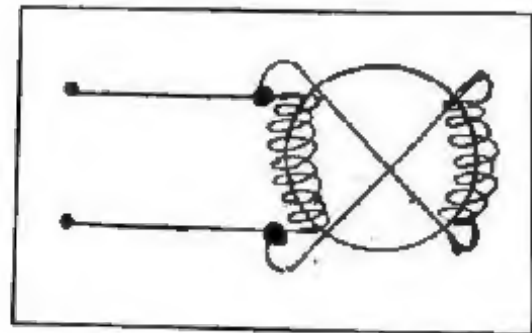
يستخدم الوصل التفرعي في التمديدات المنزلية والصناعية وفي توصيل ملفات المحرك المتوسط والكبير الاستطاعة، وذلك لتوزيع شدة التيار الكلية على فروع الدارة وبذلك يصغر مقطع الاسلاك الفرعية للملفات.

### وصل ملفات المحرك على التفرع:

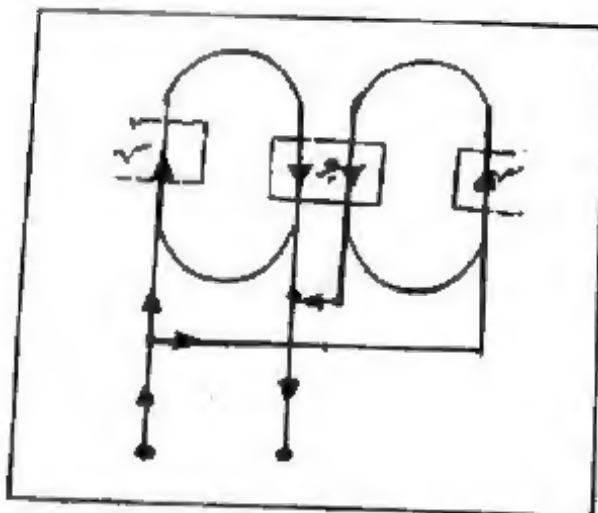
١ - وصل ملفين على التفرع : يشكلا ٤ قطب أو ٢ قطب حسب التوصيل.



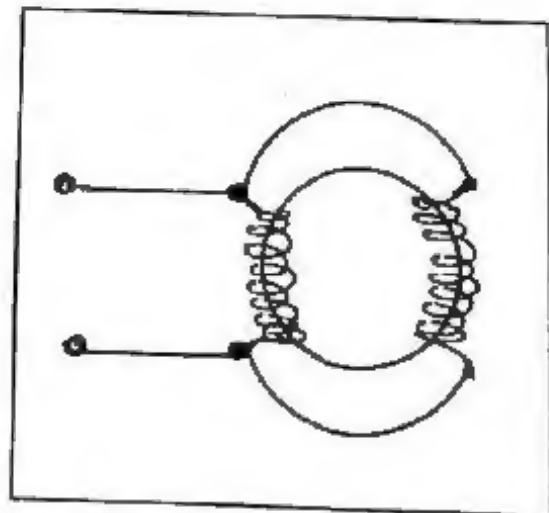
الوصل ب ١ مع ب ٢ و ن ١ مع ن ٢ ملفين  
على التفرع يشكلا ٤ قطب ١٥٠٠ د/د



المخطط العملي الدائري لوصل ملفين على  
التفرع يشكلا ٤ قطب ١٥٠٠ د/د



ملفين على التفرع يشكلا ٢ قطب ٣٠٠٠ د/د  
الوصل ب ١ مع ن ٢ و ن ١ مع ب ٢

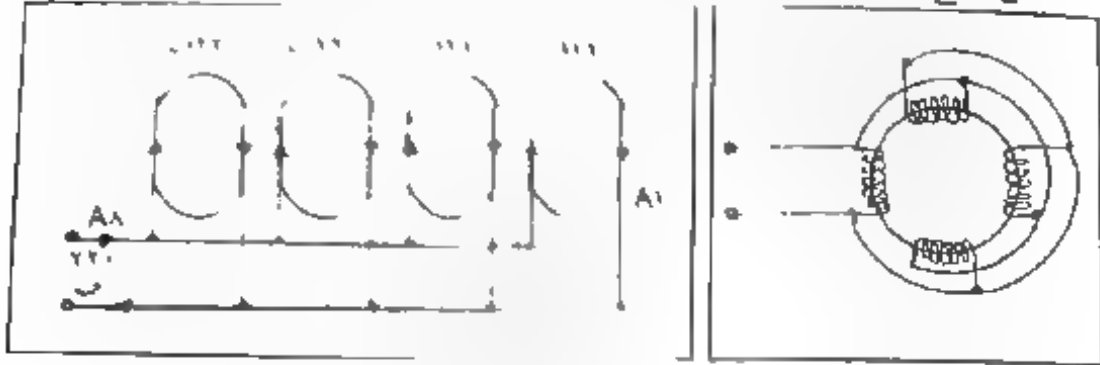


الوصل العملي الدائري لملفين على التفرع  
٢ قطب ٣٠٠٠ د/د

## ٢ - وصل ٤ ملفات على التفرع

وهذا الوصل يادر من الناحية المادية، ولأنه ٤ وصل ٤ ملفات لتشكيل ٤ أقطاب أو ٨ أقطاب

ولتبسيط طريقة التوصيل نضع أسهم اتجاه التيار على شكل ٤ ملفات حيث يكون لكل صلب اتجاه لتشكيل ٨ قطب و كل صلب ٤ وصل ٤ ملفات لتشكيل ٤ قطب

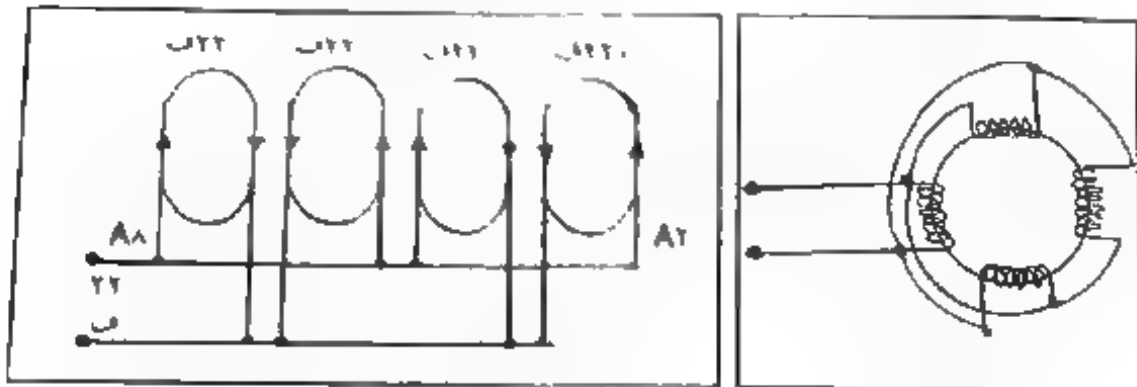


المخطط العملي الدائري

لوصل ٤ ملفات على التفرع

تشكيل ٨ قطب ٧٥٠ د/د

٤ ملفات على التفرع تشكيل ٨ قطب ٧٥٠ د/د



المخطط العملي الدائري

لوصل ٤ ملفات على التفرع

تشكيل ٤ قطب ١٥٠٠ د/د

٤ ملفات على التفرع تشكيل ٤ قطب ١٥٠٠ د/د

- ملاحظ في الوصل التسلسلي أو التفرعي أن عدد أقطاب المحرك يساوي عدد

المجموعات أو ضعف عدد المجموعات وذلك حسب طريقة التوصيل.

- إن مجموعات أو ملفات المحرك غالباً ما تكون متماثلة فإن التوتر وشدة التيار في

كل منها متساو مع غيره في نفس الدارة - ومفاتيح التشغيل تخلف عن ملفات

الإقلاع في قطر السلك وعدد اللفات.

## **طريقة وصل ملفات محرك على توترين ٢٢٠/١١٠ فولت**

### **أنظمة التوتر العالمي:**

يوجد نظامين عالميين للتوتر الواصل إلى مستخدمى القدرة الكهربائية وهما

### **النظام الأول:**

التوتر ٢٢٠/٣٨٠ ف، أي التوتر بين خط الفاز والحياضي (المتر) (٢٢٠ فولت) وهو الواصل إلى الإنارة والاستخدام المنزلي والمحلات التجارية والمهنية الصغيرة و (٣٨٠ فولت) وهو التوتر بين كل فازين وهو الواصل إلى الاستخدام الصناعي والتجاري أو الاستهلاك الأكبر استطاعة. وهذا النظام منسج في كثير من الدول ومنها سوريا.

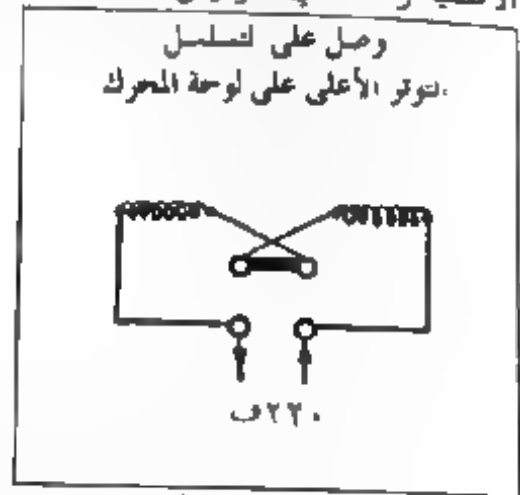
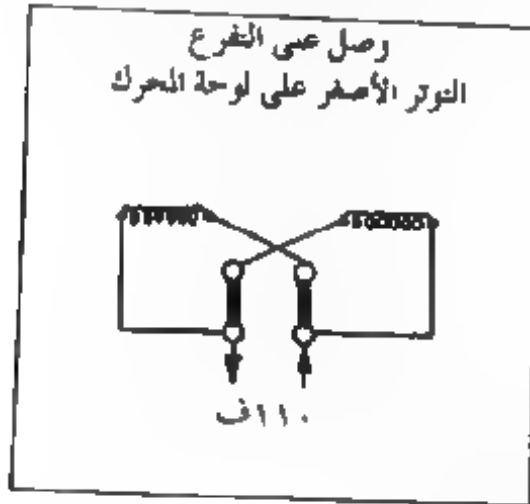
### **النظام الثاني:**

التوتر ١٢٧/٢٢٠ ف أي التوتر بين خط الفاز والحياضي (١٢٧ فولت) وهو الواصل إلى الإنارة والإستخدام المنزلي والمحلات التجارية والمهنية الصغيرة و (٢٢٠ فولت) وهو التوتر بين كل فازين وهو الواصل إلى الإستخدام الصناعي والتجاري ذو الإستهلاك الأكبر استطاعة وهو النظام الموجود في الدول الغنية المتقدمة مثل دول أمريكا وأوروبا واليابان وبعض الدول العربية... وكان مستخدماً في سوريا قديماً ثم تحول إلى النظام الأول الأقل كلفة والذي يتطلب مقاطع للأسلاك والكابلات أصغر رغم أن خطره أكبر لأن توتره أكبر.

## **وصل المحركات الأحادية ذات التوترين ٢٢٠/١١٠ فولت:**

تعمل مصانع إنتاج المحركات والأجهزة الكهربائية الأخرى على توفير إمكانية تشغيل المحرك أو الجهاز على أي من النظامين وبطريقة سهلة ما أمكن. ويعتمد تغيير توتر التشغيل على طريقة توصيل ملفات المحرك على التسلسل أو التفرع فإذا كان المحرك ذو مجموعتين فتوصل على التسلسل ليعمل المحرك (٢٢٠ فولت) وتوصل مع بعضها على التفرع ليعمل على توتر (١١٠ فولت).

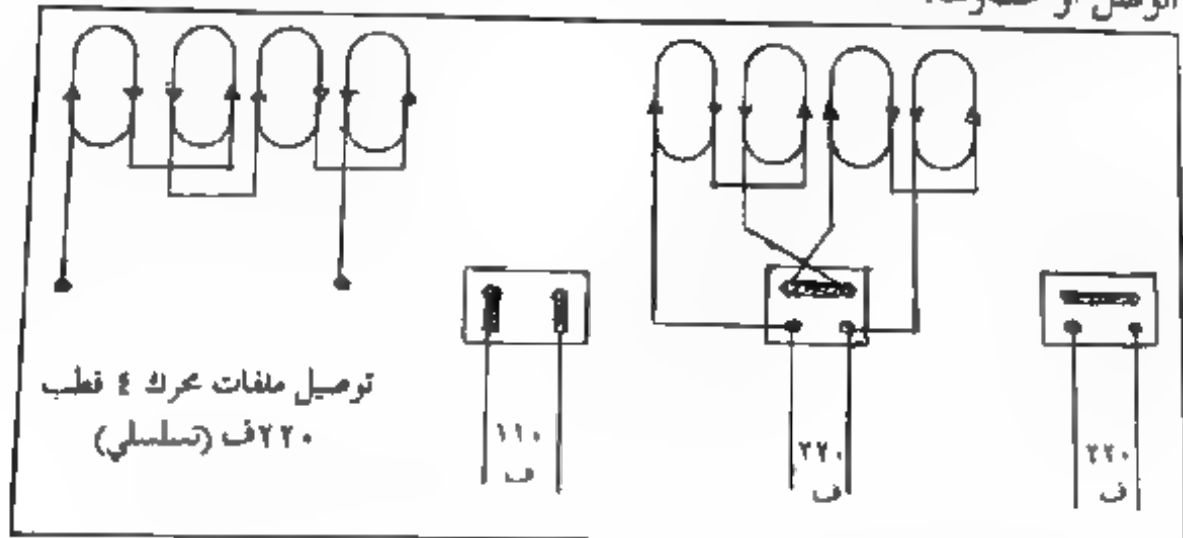
وإذا كان المحرك (كما في محرك العمالة العادية) له أربع مجموعات يتم وصل على التسلسل ليكمل على توتر (٢٢٠ فولت) وتوصل بشكل كل مجموعة على تسلسلي على التمرع مع بعضهما ليكمل على توتر (١١٠ فولت) وبلاحظ أن التوتر الأصغر يستخرج شدة بذر مضاعفة لتبقى لإستطاعة الاسمية واحدة في التوترين.



وصل محرك أحادي ذو مجموعتين على توتري ٢٢٠/١١٠ ف

### الطريقة الأولى:

يسجل على لوحة المحرك توتري الاستخدام وشدة التيار في كل توتر مع طريقة التوصيل لكل توتر وهي مطبوعة على لوحة المحرك أو تلتصق على علبة الوصل أو غطاؤها.



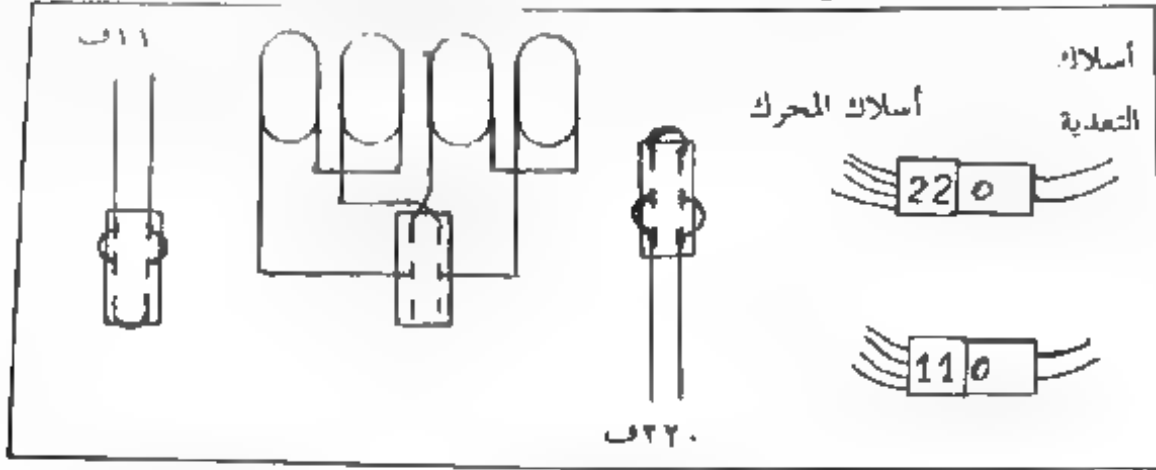
توصيل ملفات المحرك ٤ قطب مع اللوحة ليتمكن التعدية

٢٢٠ ف على اليمين (تسلسلي)

١١٠ ف على اليسار (كل مجموعتين تسلسلين على التفرع)

## الطريقة الثانية:

تغيير توتر المحرك بواسطة عدة وصل مولفة من قطبين إذا عاكسا وصل القطعتين يتغير توتر تشغيل المحرك من ٢٢٠ إلى ١١٠ ف أو بالعكس كما في الشكل

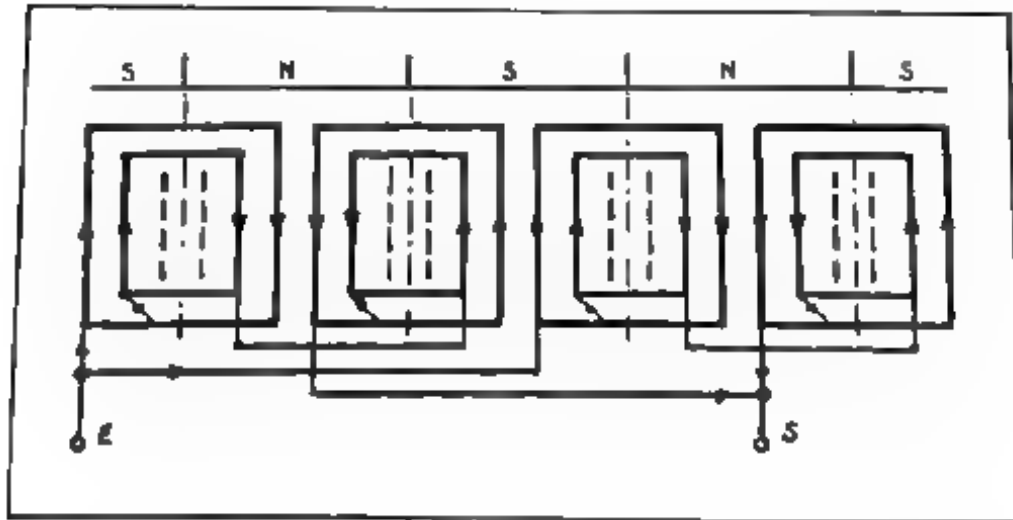


عطاء عدة الوصل  
عدد توصيل ١١٠ ف

عطاء العلة عند التوصيل  
٢٢٠ ف

## طريقة توصيل ٢٢٠/١١٠:

تدليل مواضع أسلاك لوحة الوصل حسب ألوان الأسلاك أو أرقامها حسب تعليمات الشركة



موضح توصيل بمجموعات محرك ٤ أقطاب ١٥٠٠ د/د كل مجموعتين تسلسليتين على التفرع كل مجموعة مولفة من ملفين متداخلين (معدات تشغيل) عدد مجاري المحرك الأحادي الموضح ٢٤ مجرى

### حساب شدة التيار التي تتحملها النواقل:

- إن شدة التيار التي يتحملها الناقل دون أن ترتفع حرارته إلى درجة خطيرة تضر بعامله أو بالمواد القريبة منه تتناسب مع العوامل التالية
- ١ - معدن الناقل - نحاس - ألومنيوم - رصاص - حديد... وكما كان المعدن ذو مقاومة نوعية أصغر كانت ناقليته أفضل.
  - ٢ - مساحة مقطع الناقل ونحسب بالم<sup>٢</sup> ونسجل على غلاف بكرة أسلاك التمديدات أما أسلاك اللف فيسجل على بكرتها القطر لصافي بالملم ونحسب بقانون حساب مساحة الدائرة كما يلي.

$$\begin{aligned} \text{مساحة المقطع} &= 3,14 \times \text{نصف القطر} \times \text{نصف القطر} \\ \text{مم}^2 &= 3,14 \times \text{مم} \times \text{مم} \end{aligned}$$

$$\text{أو} \quad \pi r^2 = \text{ع}$$

وإذا كان مؤلفاً من عدة نواقل (كابل) فيحسب كما يلي:

$$\begin{aligned} \text{مساحة المقطع للكابل} &= \text{مقطع أحد النواقل} \times \text{عدد النواقل} \\ (\text{مم}^2) &= (\text{مم}^2) \end{aligned}$$

- ٣ - مكان تمديد الناقل (أرضي - هوائي) (طاهر - مخفي) حيث يتأثر بدرجة حرارة المحيط ودرجة التهوية فكلما كانت درجة حرارة المحيط منخفضة والتهوية جيدة يزداد تحمل الناقل لشدة التيار. فالناقل في الشبكة الهوائية المعزى الممدد على الأعمدة يتحمل شدة تيار أكبر من الناقل في التمديدات الداخلية أو داخل التيب الكهربائي مع نواقل أخرى كما سجد في الجدول التالي.
- ٤ - عدد النواقل المارة في أسوب (تيب) واحد فكلما كانت متعددة أكثر في نفس الأنبوب تقل شدة التيار التي تتحملها.

جدول شدة التيار المسموح بها في النواقل النحاسية المعزولة بالكويتشوك  
أو البلاستيك أو العازية في مكان متوسط درجة الحرارة

شدة التيار التي تحملها ومكان التمديد			المقطع مم <sup>2</sup>	عدد الأسلاك	قطر السلك مم
تمديد داخلي	تمديد داخلي ظاهر	تمديد هوائي			
١٦	٢٣	٢٥,٥	١,٥	١	١,٣٨
٢٢	٣١	٣٥	٢,٥	١	١,٧٨
٢٩	٤١	٤٦	٤	١	٢,٢٥
٣٧	٥٣	٥٩	٦	١	٢,٧٦
٥٠	٧٢	٨٠	١٠	٧	١,٣٥
٦٦	٩٥	١٠٦	١٦	٧	١,٧
٨٦	١٢٤	١٣٨	٢٥	٧	٢,١٤
١٠٦	١٥٢	١٦٩	٣٥	١٩	١,٥٣
١٢٦	١٨١	٢٠٠	٥٠	١٩	١,٨

**ملاحظة:** في المسافات البعيدة يستخدم أسلاك مقطعها كبير نسبياً وذلك لتقليل  
هوط التوتر في هذه الأسلاك.

### كثافة التيار في ناقل:

هي شدة التيار التي تمر في كل (١ مم<sup>2</sup>) من مقطع الناقل وتقاس  
بالأمبير/مم<sup>2</sup> والكثافة المسموح بها هي ما يتحملها كل (١ مم<sup>2</sup>) من مقطع الناقل،  
وتتناسب الكثافة مع نوع المعدن ومكان التمديد ودرجة الحرارة والتهوية..

كما تقل كثافة التيار التي تحملها الناقل كلما زاد مقطع الناقل كما في الجدول:  
جدول الكثافة المسموح بها في النواقل النحاسية للتشغيل الدائم

الكثافة A/مم <sup>2</sup>	مقطع الناقل بالمم <sup>2</sup>
٥ A/مم <sup>2</sup>	حتى ٥ مم <sup>2</sup>
٤ A/مم <sup>2</sup>	من ٦ إلى ١٥ مم <sup>2</sup>
٣ A/مم <sup>2</sup>	من ١٦ إلى ٥٠ مم <sup>2</sup>
٢ A/مم <sup>2</sup>	من ٥١ إلى ١٠٠ مم <sup>2</sup>
١,٥ A/مم <sup>2</sup>	من ١٠١ إلى ١٠٠ مم <sup>2</sup>
١ A/مم <sup>2</sup>	أكبر من ٢٠٠ مم <sup>2</sup>



شدة التيار التي يتحملها الناقل = الكثافة المسموح بها في هذا الناقل  $\times$  المقطع (أمبير)  $\div$  أمبير / مم<sup>2</sup>  $\times$  مم<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} S &= \frac{I}{K} \times E \\ \text{أمبير} &= \text{أمبير / مم}^2 \times \text{مم}^2 \end{aligned}$$

$$\text{ومنه } K = \frac{S}{E}$$

$$E = \frac{S}{K}$$

**مثال:** ناقل بشكل كابل ٧ أسلاك قطر كل سلك ١,٣٥ مم ما هي شدة التيار التي يتحملها هذا الكابل إذا كانت كثافة التيار المسموح بها في هذا الناقل ٥ أ/مم<sup>2</sup> ؟

١ - نصف قطر السلك  $1,35 \div 2 = 0,675$  مم

٢ - مساحة مقطع السلك الواحد  $E = \pi R^2$

$$= 3,14 \times 0,675 \times 0,675 = 1,43 \text{ مم}^2$$

٣ - مساحة مقطع الكابل  $10 = 7 \times 1,43$  مم<sup>2</sup>

٤ - شدة التيار التي يتحملها  $S = K \times E$

$$= 5 \times 10 = 50 \text{ أمبير}$$

ومنه إذا استبدلنا ناقل من النحاس بناقل ألومنيوم فيجب أن يكون مسدث الألومنيوم ذو مقطع أكبر لأن كثافة التيار التي يتحملها الألومنيوم أقل من النحاس.

**درجة الحرارة العظمى التي يجب عدم تجاوزها في نواقل التيار:**

٨٠ م أسلاك عادية

٦٠ م أسلاك معزولة بالكوتشوك

٧٠ م أسلاك معزولة باللاستيك

٦٥ م أسلاك معزولة بالورق المزيث

## مبدأ توليد التيار الكهربائي التحريضي

رغم تعدد مصادر توليد التيار الكهربائي فإن السبب العنصرى للقدرة الكهربائية في العالم تتولد في محطات التوليد التي تدير المولدات أو المتوبات عالياً ويعتمد مبدأ توليد التيار الكهربائي التحريضي على وجود عناصر ثلاثة هي:

- ١ - مغناطيس أو تحريض مغناطيسي.
  - ٢ - ملف أو ناقل.
  - ٣ - حركة الملف أو الناقل في مجال التحريض أو بالعكس.
- وهذا هو قانون (لينز).

### تجربة توليد التيار الأحادي:

إذا ثبتنا ملف مكون من عدد من اللفات ودورنا أمامه معاطيس دائم بعد ثقبه من منتصفه. ونصل مقياس ميلي فولت أو ميلي أمبير ذو صفر مركزي مع الملف نجد أن دوران المغناطيس يولد تياراً كهربائياً تحريضياً يجعل المؤشر يتحرك بالاتجاه الموجب ثم الصفر ثم الاتجاه السالب ويكون التيار المتولد أعظمية عندما يتقابل الملف مع أحد القطبين الشمالي أو الجنوبي.

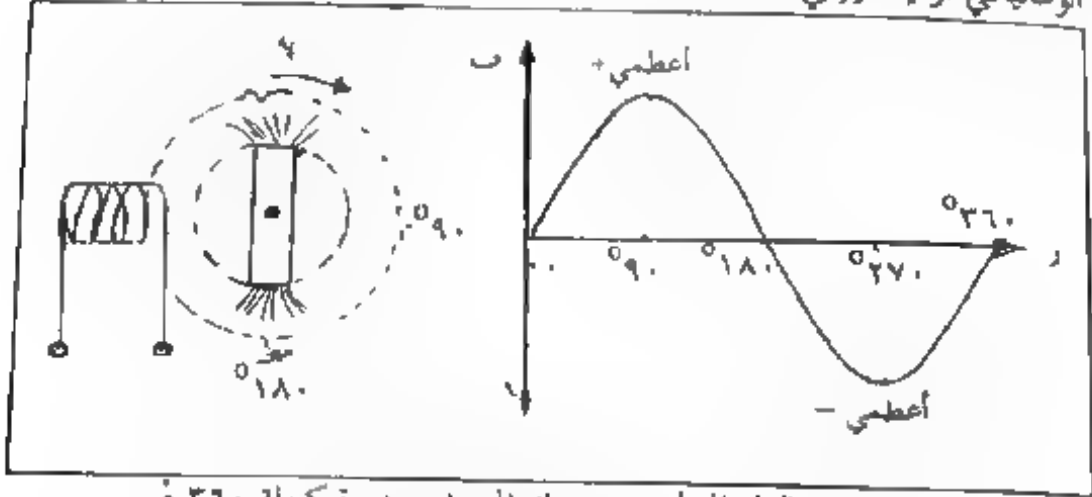
ودوران المغناطيس بزاوية  $0^\circ - 90^\circ - 180^\circ - 270^\circ - 360^\circ$  وملاحظة تغير التيار المتولد واتجاهه يمكن رسم منحنى تغير التيار المتولد ويظهر بشكل المنحنى الجيبي ~ كما في الشكل. ومنه رمز التيار المتناوب ~ .  
وكل دورة تولد نوبة واحدة ووحدة قياسها ذبذبة أو سيكل أو هرتز.  
ودوران المغناطيس (٥٠ دورة) في الثانية يجعل تردد التيار المتناوب المتولد (٥٠ هرتز).

إن زيادة سرعة الدوران تزيد في تردد التيار (الهرتز) وكذلك في التوتر المتولد ولذلك يجب تثبيت سرعة الدوران في النوبة في كل الظروف.

### النوبة الأحادية:

وفي المتوبات لا يمكن الاعتماد على المغناطيس الدائم نظراً لضعف مغناطيسيته لذلك يستبدل بمغناطيس كهربائي يدعى المحرض يغذى بالتيار المستمر من

خارج المنوبة أو يصله بعض التيار المتولد بعد تقويمه بدارة تقويم تحوّل تيار مستمر وينظم تيار تغذية المحرض لينحكم بالتوتر المتولد عن طريق مقاومات بشكل أنوماتيكي أو إلكتروني.



محمي تعبير التيار المتولد عند دوران المغناطيس دورة كاملة 360°  
قرب الملف يكون التوتر أعظمياً عندما يقابل قطب المغناطيس الملف

ويمكن زيادة عدد أقطاب المحرض بشكل زوجي 2 - 4 - 6 - 8 ... قطب مما يجعل الدورة الواحدة تولد عدة ذبذبات كما يلي:

عدد الأقطاب 2	التردد المطلوب 50 هرتز	عدد الدوران 3000 د/د
عدد الأقطاب 4	التردد المطلوب 50 هرتز	عدد الدوران 1500 د/د
عدد الأقطاب 6	التردد المطلوب 50 هرتز	عدد الدوران 1000 د/د

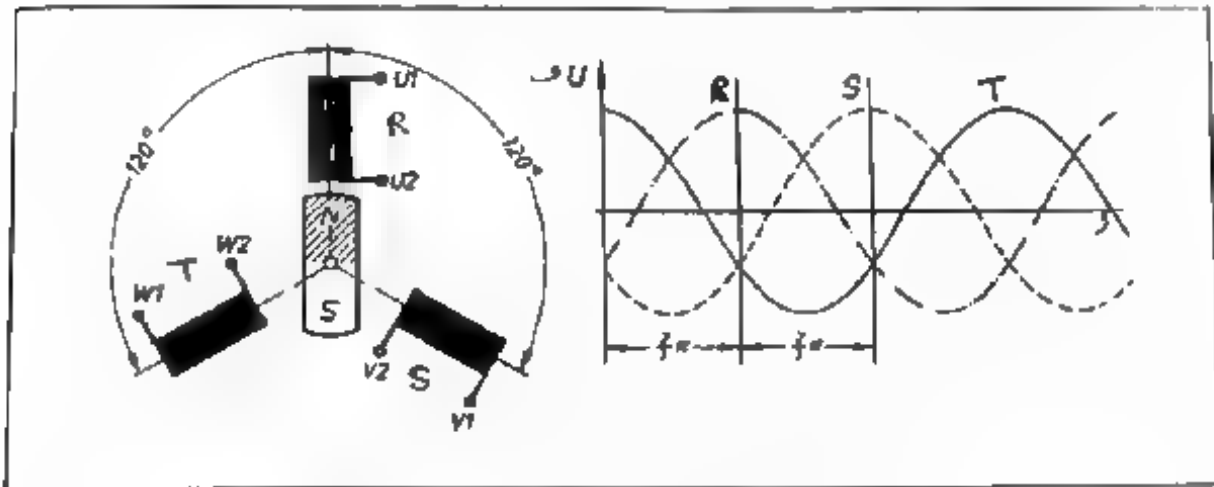
وعادة ما يكون المتحرض مكوناً من عدد من المجموعات التي يمكن وصلها على التسلسل أو التفرع لتعطي التوتر المطلوب.

يوصل أحد حطبي المنوبة بالخط الأرضي فيكون هو الخط الحيادي (النـر) ويصبح الخط الثاني هو خط الفاز.

وعليه فإن المصباح يتوهج إذا وصل أحد خطيه بالفاز والآخر بالنـر أو بالخط الأرضي أو أي معدن متصل جيداً بالأرض (تمديدات أنابيب ماء معدنية - سكة قطار - لوح أو قضيب معدني مغروز في الأرض).

### المنوبة الثلاثية:

توضح ملفات أو مجموعات المنوبة الثلاثية على محيط المتحرض برودة مدارها (١٢٠°) بين كل منها وتوصل بهيات المجموعات مع بعضها كبدعى توصيل نجمي Y. فعند دوران المحرض يتولد في كل مجموعة تيار ينعدم أو يساخر عن المجموعة الأخرى بمقدار (١٢٠°) ويدعى فرق الصفحة. ويخرج من كل ملف حيط هو حيط الغاز وقدعى (L<sub>1</sub> - L<sub>2</sub> - L<sub>3</sub>) أو (ph<sub>1</sub> - ph<sub>2</sub> - ph<sub>3</sub>) أو الطور الأول - الطور الثاني - الطور الثالث. ويرمز لها (RST) ولها ألوان خاصة في محطات التوليد مثل أحضر R - أصفر S - بني T.



مبدأ عمل المنوبة الثلاثية الطور فرق الصفحة بين كل طور وآخر ١٢٠°  
- المغناطيس في الوسط هو المحرض والملفات كل منها يولد طور -  
يوصل U<sub>2</sub> مع V<sub>2</sub> و W<sub>2</sub> ليكون التوصيل نجمي Y ويخرج حيط النتر من نقطة الوصل ويؤرض

تربط نقطة الوصل النجمي بالخط الأرضي ويؤرض جيداً في عدة أماكن  
ويدعى حيط (النتر) (N) الحيادي

إن التوتر بين أحد الغازات والنتر يدعى التوتر البسيط (فب) والتوتر بين كل فازين يدعى التوتر المركب (فم) والعلاقة بينهما ثابتة وهي

$\frac{\text{فم}}{1.73} = \text{فب} \quad \text{ومنه}$	$\text{التوتر المركب} = \text{التوتر البسيط} \times \sqrt{3}$ $\text{فم} = \text{فب} \times 1.73$
--	---

- إن التوتر المركب بين فازين في شبكة التوزيع السورية (٣٨٠ف) والتوتر البسيط يكون (٢٢٠ فولت).

وفي دول أخرى التوتر المركب (٢٢٠ ف)

التوتر البسيط (١٢٧ ف)

إن للحط الحيادي الرئيسي أهمية كبيرة في الشبكة الثلاثية لأنه يعمل على سوارن  
التوترات في الشبكة فإنقصاعه يجعل التوتر مرتفعاً في الخط ذو الحمل الصغير  
ومنخفضاً في الخط ذو الحمل الكبير

### توزيع التيار الثلاثي:

يوزع التيار الثلاثي على الاستهلاك المرلي والإدارة بشكل تيار أحادي (فار  
وتر) ويراعى تحقيق ما أمكن من توازن التوزيع للأطوار الثلاثة.  
أما أماكن الاستهلاك الكبيرة في المصانع والمعامل والورشات والمساكن الكبيرة  
والمساجد... فيتم تزويدها بالتيار الثلاثي مع التمر.  
ومن المعلوم أن للتيار الأحادي محركات وأجهزة خاصة به ولتيار الثلاثي  
كذلك محركات وأجهزة خاصة به.

### قصر الدارة والتكهرب:

يحدث قصر الدارة (شورت) (كونتاك) في إحدى الحالات التالية:

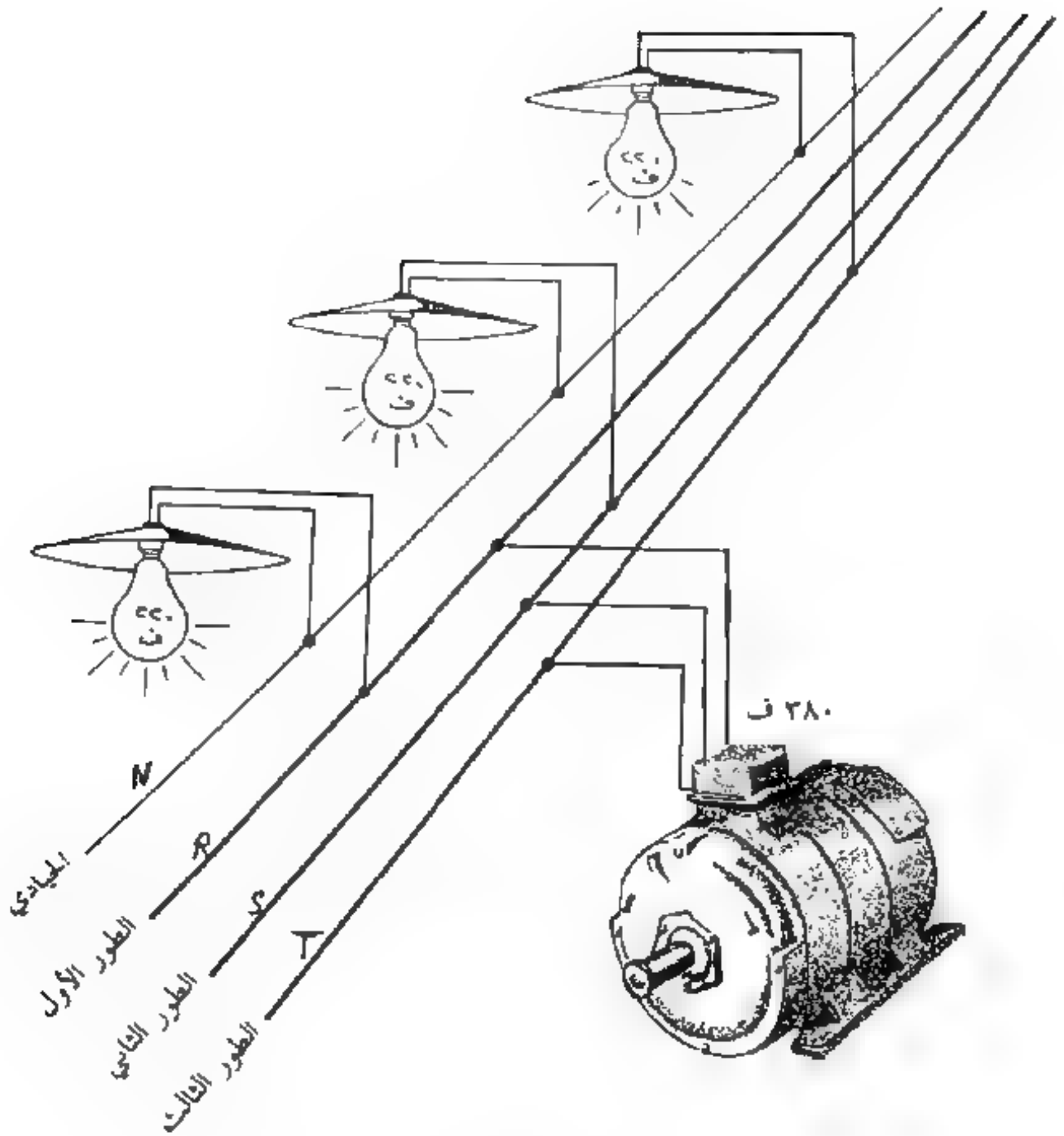
- ١ - تلامس بين فازين مختلفين.
  - ٢ - تلامس بين فاز وعط الحيادي (التر).
  - ٣ - تلامس بين فاز وناقل متصل بالأرض الرطبة.
- ويحدث قصر الدارة ارتفاعاً مفاجئاً وكبيراً في شدة تيار حسب القانون.

حيث تكون المقاومة صغيرة جداً بين الخطيين

$$\frac{U}{m} = R$$

وريادة شدة التيار ترفع حرارة الموائل فيتلف عازلها وتؤدي إلى حدوث حرائق.  
لذلك يجب صمان حماية الدارة من القصر بما يلي:

- ١ - بواسطة وضع فاصلة مصهرة (فيوز) على خط الفاز في بداية الدارة.
  - ٢ - بواسطة وضع قاطع أتموماتيكي حراري - مغناطيسي يفصل التيار مباشرة عند  
حدوث القصر أو إرتفاع الشدة.
- ترود الشبكات بانقواصم والحمايات في أماكن مناسبة في بدايات الشبكات  
الأصلية وفروعها.

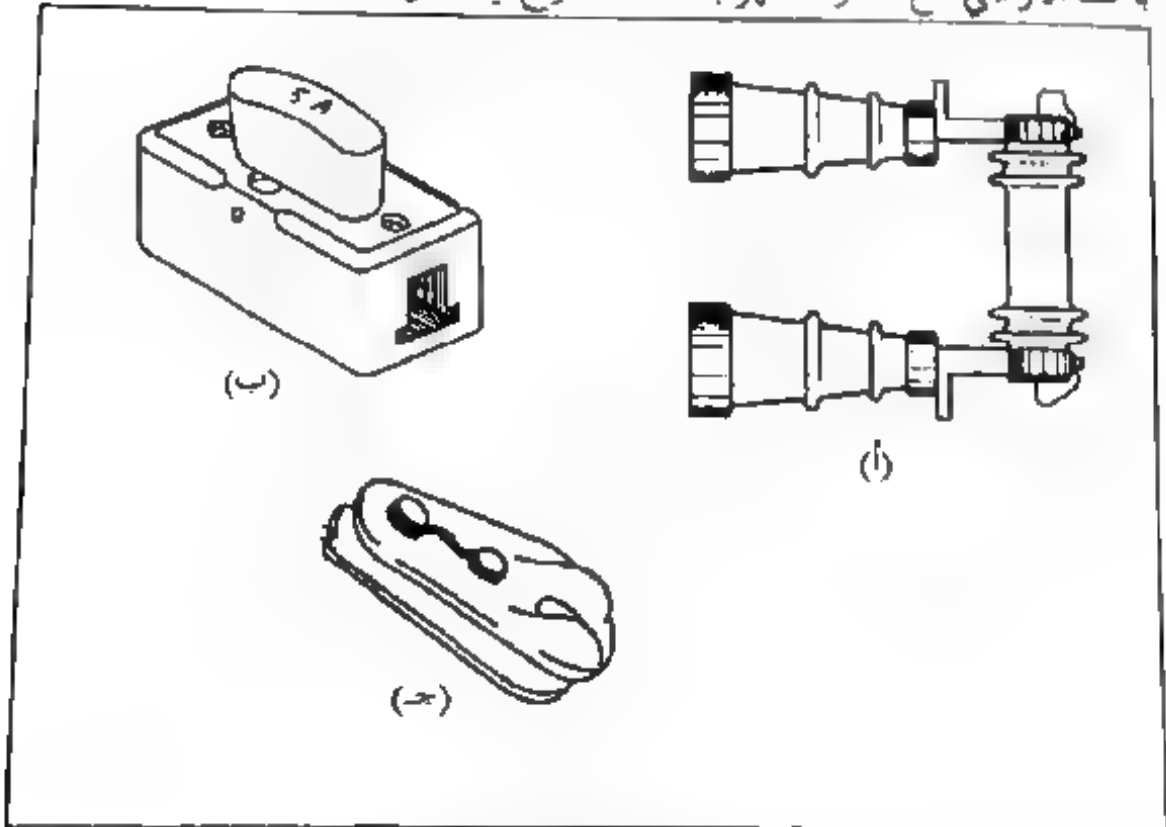


توزيع التيار الثلاثي الطور  
 فاز + حيادي للمنزل والمحلات الصغيرة والإدارة  
 ثلاث فازات + حيادي للمعامل والمحلات والورشات الكبيرة  
 (للقوى المحركة) - كل مصباح يمثل مشترك منزلي -

### حدوث التكهرب:

إن الله عز وجل خلق الإنسان يبدأ من (٥٠ فولت) فصاعدًا بشدة تيار حوالي (١٥ ميلي أمبير) فأكثر ويحدث التكهرب في الحالات التالية.  
ملامسة جسم الإنسان في نفس الوقت لعارين مختلفين أو فارونسر أو فار وجسم رطب متصل بالأرض

ويعمل ترويد الدارات المنزلية مما يدعى القاطع التفاضلي السدي يفصل التيار عند تعرض الإنسان للتكهرب، أو إذا حدث فرق بين شدة تيار خط العمار والحيددي. لذلك لا يعمل هذا الدبجتور التفاضلي إلا في التمديدات الجيدة التي ليس فيها رطوبة أو تسرب للتيار، ويوصى بتوصيل جسم الأجهزة الكهربائية المعدنية بالخط الأرضي لمنع عخطر التكهرب كما سنشرح في الفقرة التالية.

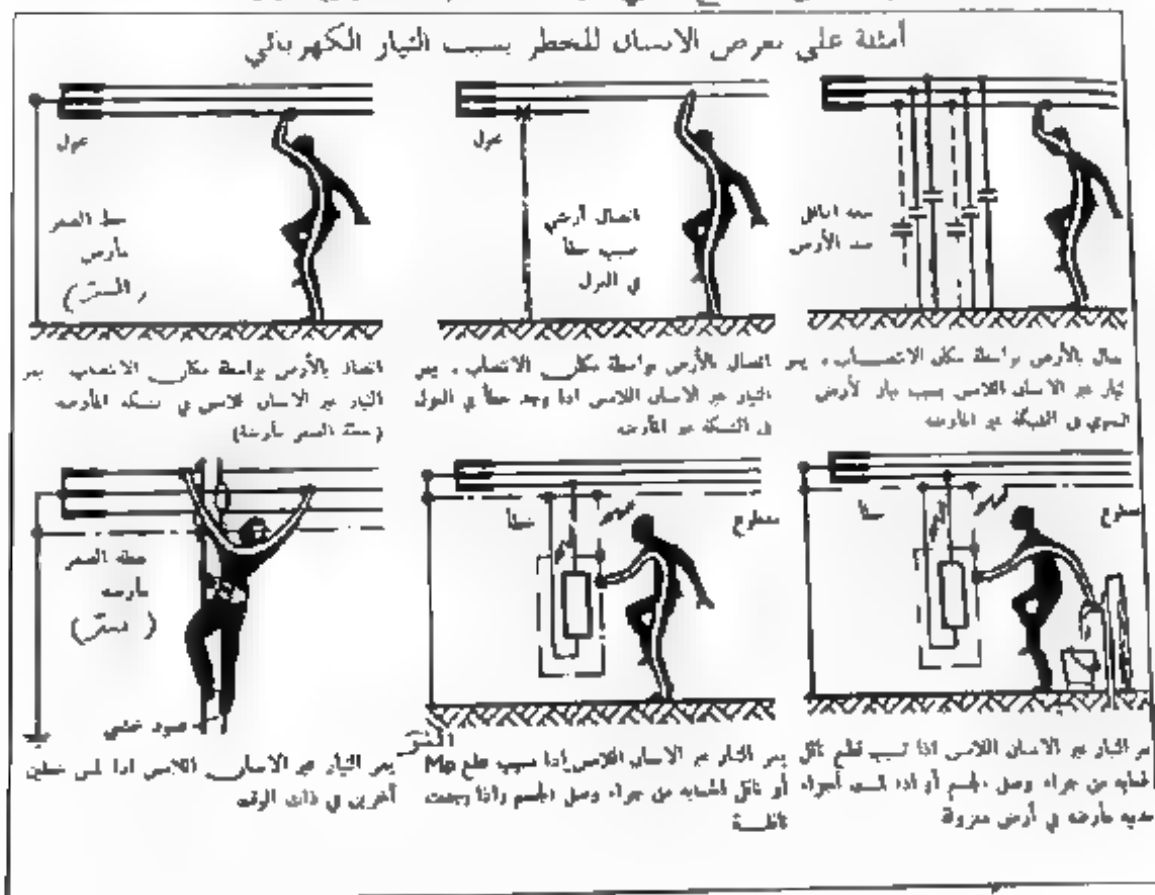


بعض نماذج فواصم حماية قصر الدارة وارتفاع شدة التيار  
أ - فاصمة توتر عالي . ب - فاصمة معيرة ٨٥ . ج - فاصمة هوائية

### الخط الأرضي:

يستخدم التأريض في الأجهزة الكهربائية المنزلية والصناعية المعدنية والتي توجد في أماكن رطبة غالباً.

وبعيد التراب في حماية مستخدمي الأجهزة والعمال من خطر التكهرب إذا وجد تلامس بين أي خط تحمل التيار (مثل المقصات أو أسلاك السحج) والله تسلي) والجسم المعدني للجهاز فإذا كان فرق التوتير الذي تعرض له الجسم المعدني صعب فإنه يتمسك إلى الخط الأرضي أما إذا كان التوتير كبير و كان التلامس مباشراً فإن العاصمة تصهر أو يعزل القاطع الآلي ذو الحماية (المحترق) فوراً



وعالماً ما يوجد في المحرك والآلات المعدنية (غسالة - براد - آلات صناعية) برغي حاص عليه إشارة أرضي (⏏) يوصل إلى الخط الأرضي الذي هو عبارة عن لوح معدني أو شوك أو قضبان تدفن في حفرة في مكان رطب ويضاف إليها مسحوق الفحم والملح وغيره وتسقى بالماء على فترات ليبقى تلامسها مع الأرض جيداً وصغير المقاومة.

يوصل الخط الأرضي عادة إلى جميع المآخذ الكهربائية في نقطة الوسط غالباً ويتم اتصاله مع الآخذ إلى جسم الآلة.

يُعلم الخط الأرضي بأحد الأحرف التالية E أو T أو G ولون خطه أخضر و أصفر.



يجب أن تكون مقاومة بين الأرضي والأرض صغيرة جداً و ١٠٠ اهمية  
ومحددة حسب الأجهزة والآلات انبعاثها - وفي المصانع والمعامل والمحطات - اهمية  
يشأ في مكان رطب ويضاف إليه الماء كل فترة.  
إن اتحاد أدبيات الماء خطأ أرضياً يعتبر غير نظامي ويعرضها للتكهرب و ١٠٠  
قللة الجهد في الحماية الصحيحة ضد التكهرب.

### الأسلاك المستخدمة في لف الآلات الكهربائية:

يستخدم في لف الآلات الكهربائية (محركات - مولدات - محولات -  
ملفات...) لأسلاك السحابة المعزولة، وقد جرت محاولات لاستخدام معدن الألمنيوم  
ولكن بقي السحاس هو المفضل واستخدام الألمنيوم في العصور الدائر ذو القميص  
المنعاجي. وفي بعض الشبكات تعزل أسلاك اللف بمادة الوريث، وتستخدم الطريقة  
الحرارية لصمان العزل القوي الجيد. وقد تستخدم طبقتين من عزل مثل الوريث +  
القطس أو الوريث مع خيوط الحرير أو غيره فتجعل قوة لعزل أفضل وأكبر.  
وللوريث أصناف متعددة تختلف حسب درجة الحرارة التي تتحملها.  
إن شكل مقطع الناقل دائري غالباً ويتوفر بقياس من (٠,١ إلى ٣ مم) تقريباً  
وقد تكون الأسلاك شريطية في المقاطع الكبيرة وتتراوح سماكتها من (٠,٥ إلى  
٣ مم). تباع أسلاك اللف (النويجاج) بشكل بكرات بلاستيكية مختلفة لسورن والقطر  
ويسجل على كل بكرة قطر السلك بالمم (D) وتستخدم وحدة الديزيم الذي  
يساوي (٠,١ مم) في البيع والشراء أي كل (١٠ ديزيم تساوي ١ مم) ويسجل على  
البكرة الوزن الإجمالي (B) ووزن البكرة (Th) في مكان لا يتعرض للإحتكاك أو المحي  
في فجوات سطح البكرة ويسجل كذلك الوزن الصافي للأسلاك (N).  
يقاس قطر السلك عملياً بواسطة جهاز الميكرومتر المشروح سابقاً ويجب أن  
نعلم أن القطر المسجل على البكرة هو قطر السحاس فقط بدون عازل. ويتم حساب  
مساحة مقطع السلك بالقانون:

$$\text{المقطع} = 3,14 \times \text{نصف القطر} \times \text{نصف القطر}$$

وإذا عرفنا مساحة المقطع يمكن معرفة قطره باستخدام الجدول المخصص لذلك. أو  
بحسب القانون التالي:

$$\text{القطر} = 1,126 \sqrt{\text{المقطع}}$$

$$\text{القطر} = \sqrt{\frac{\text{المقطع} \times 2}{3,14}}$$

جدول يبين قطر ومقطع أسلاك اللف للآلات الكهربائية المعزولة بالورنيش  
وبعض مواصفاتها

القطر بالملم بدون عازل	القطر مع طبقة الورنيش مم	المقطع النحاسي بالملم <sup>٢</sup>	مقاومة ١ كم/بالأوم في الدرجة ١٥°م	القطر بالملم بدون عازل	القطر مع طبقة الورنيش مم	المقطع النحاسي بالملم <sup>٢</sup>	مقاومة ١ كم/بالأوم في الدرجة ١٥°م
٠,٧٠	٠,٧٦	٢,٣٨٤	٤٥,٢١	١,٦٠	١,٦٨٥	٢,٠١٠	٨,٦٥
٠,٧٥	٠,٨١	٠,٤٤١	٣٩,٢٨	١,٧٠	١,٧٨٥	٢,٢٦٩	٧,٦٦
٠,٨٠	٠,٨٦	٠,٥٠٢	٣٤,٦١	١,٨٠	١,٨٨٥	٢,٥٤٤	٦,٨٣
٠,٩٠	٠,٩٧	٠,٦٣٦	٢٧,٣٥	٢,٠	٢,٠٩	٣,١٤١	٥,٥٨
١,٠	١,٠٨	٠,٧٨٥	٢٢,١٥				
١,١٠	١,١٨	٠,٩٥٠	١٨,٣٠				
١,٢٠	١,٢٨	١,١٣٠	١٥,٣٨				
١,٢٥	١,٣٣	١,٢٢٧	١٤,١٧				
١,٣٠	١,٣٨	١,٣٢٧	١٢,١٠				
١,٤٠	١,٤٨	١,٥٣٩	١١,٣٠				
١,٥٠	١,٥٨٥	١,٧٦٧	٩,٨٤				

جدول قطر ومقطع الأسلاك الصغيرة

القطر Ø مم	المقطع مم <sup>٢</sup> ●
٠,١٠	٠,٠٠٧٨
٠,١٥	٠,٠١٧٧
٠,٢٠	٠,٠٣١٤
٠,٢٥	٠,٠٤٩١
٠,٣٠	٠,٠٧٠٧
٠,٣٥	٠,٠٩٢٦
٠,٤٠	٠,١٢٦
٠,٤٥	٠,١٥٩
٠,٥٠	٠,١٩٦
٠,٥٥	٠,٢٣٧
٠,٦٠	٠,٢٨٣
٠,٦٥	٠,٣٣١
٠,٧٠	٠,٣٨٥

### أصناف العزل المستخدمة في الآلات الكهربائية:

- تصنف مواد العزل حسب درجة حرارة العمل والتشغيل المقررة للألة الكهربائية مع اعتبار أن درجة حرارة الجو المحيط لا تتجاوز ٤٠°م وهذه الأصناف هي:
- الصف A : للآلات الكهربائية التي لا تتجاوز درجة حرارتها خلال لعمل النظامي (١٠٠°م) أي لا تتجاوز زيادة ارتفاع حرارتها (٦٠°م).
- الصف B : للآلات الكهربائية التي تتجاوز درجة حرارتها (١٢٠ - ١٣٠°م) أي مع زيادة في الحرارة (٨٠°م - ٩٠°م).
- الصف H : للآلات الكهربائية التي لا تتجاوز درجة حرارتها (١٨٠°م) أي مع زيادة في الحرارة (١٢٠°م - ١٤٠°م).

### أصناف المواد العازلة المستخدمة في أسلاك اللف:

- تصنف هذه المواد أيضاً حسب درجة حرارة التشغيل العظمى التي تتحملها دون أن تتلف وذلك عند التشغيل المستمر النظامي وعالياً ما يسجل على لوحة المحرك صنف العازل المستخدم باسم (ISOL أو Insult) والصنف المستخدم كثيراً هو E أو B وهذه الأصناف هي:
- لصف Y : والمواد المستخدمة هي قطن - حرير طبيعي - فيبر - ورق - خشب الصمغ الصناعي ومواد تركيبية أخرى مثل:
- بوليكريليت - بوليتيلين - بوليسترين. الكوتشوك الطبيعي المعالج...
- ويتحمل درجة حرارة تصل إلى (٩٠°م)
- الصف A : يتحمل حتى (١٠٥°م) ويصنع منه وريش من الصمغ الطبيعي وبشكل محلول بالإثير والإستر السيللوري وله مركبات أخرى.
- الصف E : يتحمل حتى (١٢٠°م).
- الصف B : يتحمل حتى (١٣٠°م).
- الصف F : يتحمل حتى (١٥٥°م).
- الصف H : يتحمل حتى (١٨٠°م). ويستخدم فيه الميكا - البورسلان ومواد السيراميك - الإميانت - ونسيج زجاجي وصمغ سيليكوني.
- الصف C : ويصل تحمله حتى (٢٢٥°م) ومركباته من مواد تتحمل الحرارة العالية كالإميانت المعالج - والميكا - والنسيج الزجاجي والكوارتز والسليكون وغيره

## المواد المتعلقة باللف

إن المواد المستخدمة في اختصاص لف الآلات الكهربائية هي:

### أسلاك اللف (شريط بوبيناك) :

وهي أسلاك نحاسية دائرية المقطع معروية بالورنيش، وذلك لزيادة قوة العزل والحمل للرطوبة أو الحرارة أو الغبار وهذه لأسلاك ملفوفة على بكرات بلاستيكية متعددة الأوران والقياس. وعالماً ما يكون قياس القطر متدرجاً بمقدار (٠,٥ ديزيم) أي (٣ - ٣,٥ - ٤ - ٤,٥ - ٥ ديزيم) وإذا كان القياس (٥,٦) مثلاً فيعتبر (٥,٥ ديزيم) وإذا كان (٧,١) فيعتبر (٧ ديزيم) وهكذا. وكلما كان القياس كبيراً كان وزن البكرة المتوفر كبيراً. ويوجد في الأسواق أسلاك من مصادر متعددة فرنسي - ألماني - إيطالي - تركي. وهناك نوع غمساوي مشهور قديماً نوع (الدر ELDR). وكلما كان السلك ذو قطر أصغر كان سعر الكيلو غرام منه أعلى ثمناً وقد تتحلف هذه القاعدة لأسباب تجارية أحياناً.

يجب عند إعادة لف الآلة المحافظة على قطر وعدد اللفات وكافة المعلومات الأخرى وقد لا تظهر أي مشكلة إذا قل قطر السلك أو زاد بمقدار (٠,٥ ديزيم) في حالات الضرورة.

أما من الناحية العملية فيجب عند وصل ملفين أو سلكين التأكد من إزالة الورنيش تماماً إما بالحرق الجيد ثم مسح طبقة الفحم أو باستخدام مشرط يقشط العازل بانتباه وليونة من جميع جوانب السلك وحسب المسافة المقررة. وعند وصل السلكين يمدلها على بعضهما بقوة بما لا يقل عن (٨ - ١٠ جدلات) محكمة بعد إدخال قطعة أنبوب عزل (تيس) قطر مناسب في أحد الطرفين ثم زلقه ليغطي الوصلة ويزيد من كل طرف مسافة (١ - ٢ سم) تقريباً.

ويوجد في الورشات الكبيرة جهاز لتزليط الأسلاك كهربائياً ثم يتم لحام الوصلات باستخدام كاوي لحام عادي أو تحريض (فرد) ومعدن اللحام هو سبيكة القصدير والرصاص. ولأمان من وضع معجون مساعد لتنظيف الوصلة وانصهار القصدير جيداً.

اسلاك معزولة شعيرية:

أسلاك معزولة شعيرية:  
وهي أسلاك مائنة متعددة الفروع لتكسيها الليونة المناسبة وتكون معزولة  
بمادة بلاستيكية الحاررة ذات مقطع مناسب. وتستخدم لربط بدايات ونهايات  
الأسلاك مع بعضها البعض ولا بد من وجود لويين من هذه الأسلاك على  
الألواح المعدنية عند النهايات بلون والنهايات بدون آخر في المحرك لثلاثي، أو تصوير  
أجزاء منها لتسهيل عن أطراف ملفات الإقلاع في المحرك الأحادي  
وفي التصاميم قد يستخدم أسلاك معزولة ببلاستيك حراري ذو لون واحد  
برود الأجزاء بأحرف أو أرقام على قطع بلاستيكية ملصقة مثل:

$$(W_2 - V_2 - U_2 \quad - \quad W_1 - V_1 - U_1) \quad \int \quad \begin{pmatrix} W & V & U \\ Y & X & Z \end{pmatrix}$$

### الأنبوب العازل (تَيَب):

و هو مادة عازلة تحمل الحرارة تستخدم لتغطية الوصلات وكذلك لحماية أطراف الملفات في المحرك أو المحوّل.

ويجد السبب العارل بأقطار مختلفة القياس (١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٥ - ٦ مم.)  
وبشكل قضبان طولها (٩٠ - ١٠٠ سم) أو بكرة (٥٠ - ١٠٠ متر) أو أكثر.

ويوجد نوعان لأنابيب العزل نوع عادي ونوع حراري يتحمل درجات الحرارة العالية ويستخدم خاصة في الآلات التي ترتفع حرارتها أثناء التشغيل إلى درجة (٢٠٠م) وأكثر وكذلك في الأجهزة الحرارية - مكايوي - أفراد مدافىء .  
وبعض أنواع الأنابيب لين وآخر قاسي نوعاً ما، ولتنوع اللين أفضل في عزل المبركات والمحولات.

### الكريتون العازل:

وهو عازل لمجاري المحرك ولتغطية وعزل الملفات وكذلك لعزل ملفات المحول عن بعضها أو الابتدائية عن الثانوية.

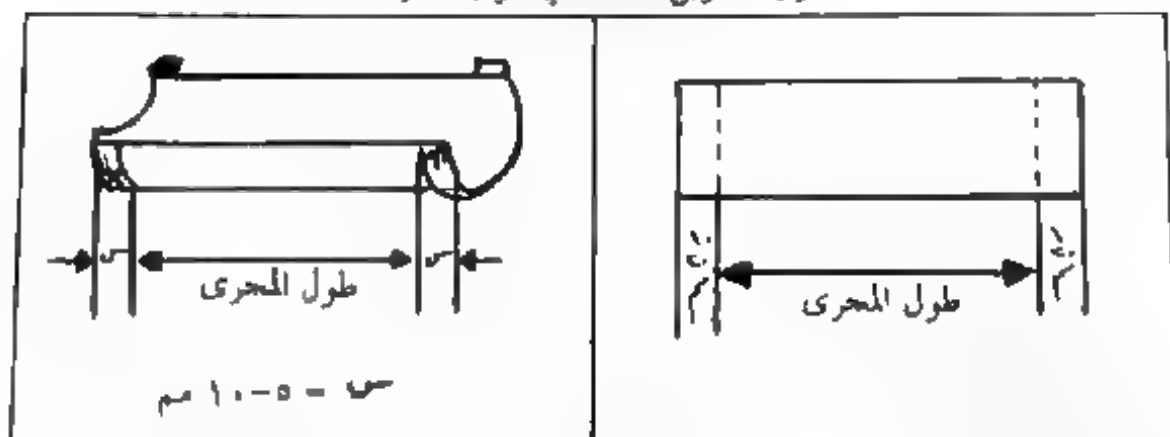
وتتوفر بشكل أطباق موحدة القياس ولها سماكات مختلفة بالديزيم. وكلما كان المحرك كبيراً يكون عازله الكرتوني أسهل.

ويوجد كرتون محدد عند طليقة من البلاستيك أو الجلايخ الحار في بعضه قوة صد التمرق، ويستخدم في كثير من المحركات وغيرها من آلات التجهيز، ويتوفر بشكل لعامة كثيرة يمكن شراء القياس المناسب بوحدة الطول أو بالوزن إن للكرتون اتجاه معين يراعى هذا الاتجاه عند قص كرتون عزل المجاري وذلك ليتمكن إعطاؤه شكل المجري ونعوسه تماماً وبسهولة دون أن يظهر عليه تكسر وتشوه.

ويستخدم في مصانع المحركات نوع من البلاستيك الحراري يثني ويثقل حرارياً وآلياً في المجاري.



ترتيب تنريل الملفات في مجرى المحرك



شكل العازل الكرتوني

قطعة الكرتون العازل قبل حنيها بشكل قوس

### خيطان الترابط:

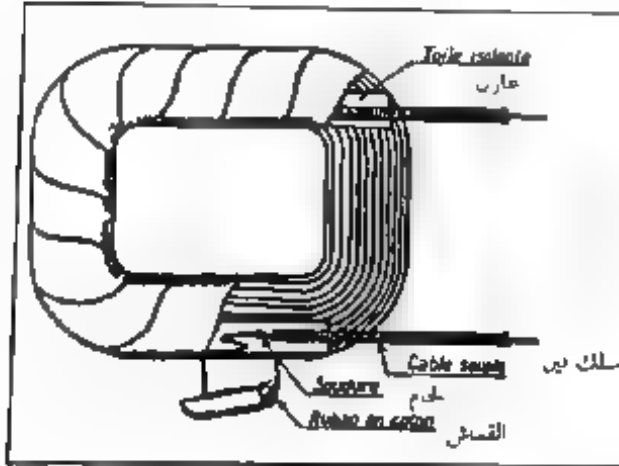
بعد تنريل الملفات في مجاري المحرك يجب حزم أطراف الملفات من الجانب الذي ليس فيه بدايات ونهايات، أما الجانب الآخر ذو الأطراف فيتم حزمه وترابطه بعد إنهاء عملية التوصيل بين المجموعات. تستخدم خيطان من القطن أو الحرير أو



- ٣ - مع الرطوبة من التعامل داخل الملعقات  
٤ - زيادة التبادل الحراري بين الملعقات والجو المحيط.



صنع إبرة نخيط أطراف الملعقات من سلك لف مجدول جيداً.



←  
طريقة تقوية البداية والنهاية لحلف  
ثم تعليقه بالشريط القماشي (قريس)

### طرق الورنشة بعد انتهاء لف المحرك

وهناك عدة طرق للورنشة وعدة أنواع من الورنيش سيتم شرحها في فصل إعادة لف المحركات ومنها:

- ١ - الورنشة بالفرشاة.
- ٢ - الورنشة بالعطس ثم التحفيف.
- ٣ - الورنشة بالعطس تحت الضغط والتفريغ.



### العدد المتعلقة بالنف:

أ - لعدد العامة المستخدمة في اختصاصات الكهرباء ٠٠ ١  
بنسبة معروفة - قطعة - زردية ذات فك بسيط - زردية داكنة - زردية  
مجموعة مفكات عادية ومصالبة متعددة القياس - مطاطية حديدية - مطاطية  
بلاستيكية أو مطاطية - أمومتر - مقص حديد صاج - مقص حديد - مجموعة  
مفاتيح شد قياس افرسي - مفاتيح حلق - مفاتيح لسان ( شوك ) - مفاتيح  
مسلسل داخلي - إزميل - سنك - مشمار معدني - مشمار - مشمار - طاولة عمل  
شرس خشبي أو معدني ذات دروج - ملزمة مشية على الطاولة - لوحة تجريب  
دهرالية - كاوي لحام حراري وتجريبي - مجموعة أدوات - مجموعة أدوات مولادية  
وعادية - مثقب ثابت أو متحرك...

### ب - العدد الخاصة لورشة النف:

بربعة لمرع الروملانات من دائر المحرك - ميكرومر لقياس قطر الأملاك - لعافه  
يدوية أو آلية للمحولات والمحركات - مجموعة قوالب لف معدنية - لوحة ومنتالية  
متعددة القياس - بنسبة أمبير - عداد دورات...

### لوحة التجريب اللازمة لورشة النف والإصلاح:

وهي من الخشب أو اللاتيه أو البلاستيك وتنصمن

١ - ديجنتور ٢٥ - ٣٠ أمبير ذو حماية مغناطيسية حرارية.

٢ - فاصمة منصهرة ٢٥ - ٣٠ A .

٣ - مصباح إشارة.

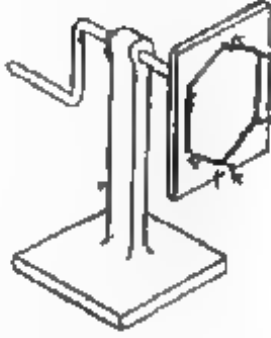
٤ - مقياس فولت .: - ٢٥٠ أو ٣٠٠ ف.

٥ - مقياس أمبير مناسب لنوع العمل ١٠ - ١٥ - ٢٥ A .

٦ - مصباح تسلسلي (سيري) .

٧ - مأخذ عدد ٢ لتغذية الجهاز أو المحرك بعد لفه أو إصلاحه

٨ - يمكن إضافة محول يعطي توتر ١١٠ فولت .

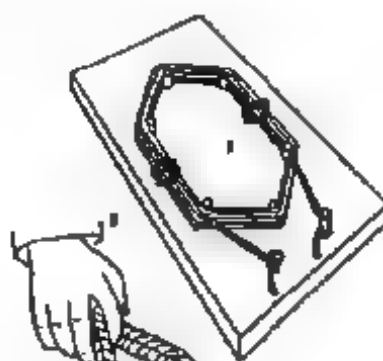
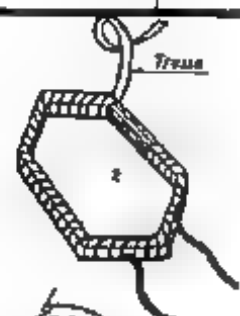



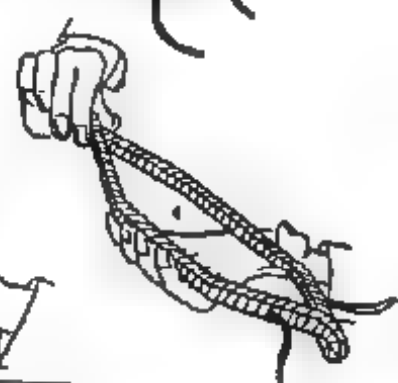
طريقة لف الملفات على سرعة خاصة

طريقة استخدام ستة مسامير على قطعة خشب لتكوين ملف وربط صلي الملف قبل إخراجها وذلك بزرع مسامير واحد أو أكثر ثم يشكل الملف حسب النموذج المطلوب بعد لفه بالقماش عند البروم

صندوق لف الملفات والتجربة

تطبيق الماسير على شكل برغي الملفات

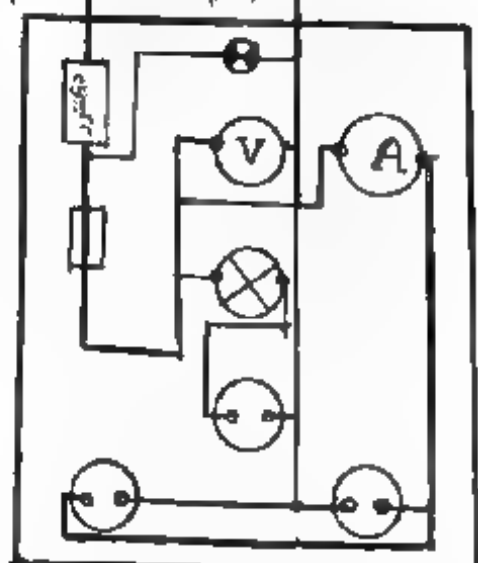



→ لوحة تجريب ورشة لف وإصلاح مولفة من

- ديجيتور حماية ٢٥ A
- فاصلة ٢٥ A
- مصباح إشارة
- مقياس فولت
- مقياس أمبير
- مصباح سيرى مع بوليز سيرى
- بوليز ٢٢٠ ف عدد ٢

مدخل عاز R ٢٠,٥ سم

مدخل تر N ٢٠,٥ سم



# الفصل الثاني

## المحولات الكهربائية

### مقدمة:

المحول هو جهاز كهربائي ساكن (ستاتيكي) يعمل على مبدأ الأثر المغناطيسي للتيار الكهربائي ويدعى (ترانس Transformer) ويعمل على رفع أو خفض التوتر أو التيار الكهربائي، وهو عنصر هام في مجال توليد القدرة الكهربائية ثم توزيعها ونقلها في الشبكات. ومع أن المنوبات الكبيرة تولد توتراً يصل إلى (٢٠ كيلوفولت) فإن نقل هذا التوتر إلى مسافات طويلة قد يتطلب رفعه إلى مئات الكيلوفولت. ففي سوريا (٢٢٠ - ٣٨٠ ك ف) - وفي بعض الدول (٥٠٠ ك ف) وأكثر، وعند الاقتراب من مراكز الاستهلاك تعمل المحولات على خفض التوتر على مراحل حتى يصل إلى (٢٢٠/٣٨٠ ف) وعملية رفع التوتر تفيد في تقليل هبوط التوتر في الخطوط وكذلك خفض شدة التيار المقولة في الشبكات ليتمكن تصغير مقطع الكابلات ما أمكن إضافة للفوائد الأخرى.

### أنواع المحولات:

يمكن تقسيم المحولات حسب نوع التيار إلى:

أ - محولات ثلاثية الطور.

ب - محولات أحادية الطور.

وتقسم أيضاً إلى محولات رفع التوتر - محولات خفض التوتر.

أو محولات استطاعة - محولات لأجهزة القياس - أجهزة تعمل على مبدأ

المحول مثل: الملاحم الكهربائية - فرد الكاوي التحريضي - الأفران التحريضية...



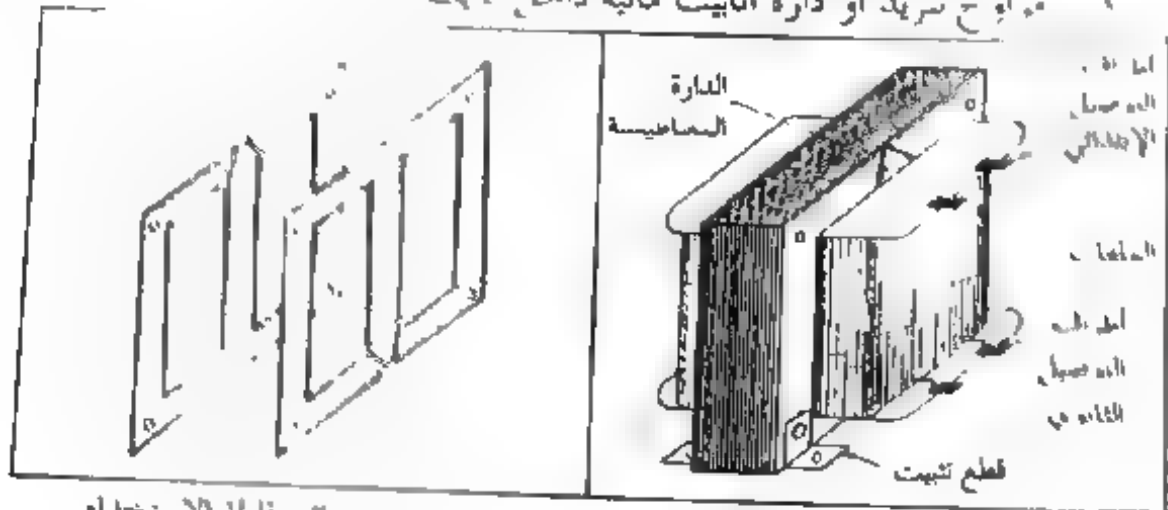
و كذلك محولات عادية - محولات متعددة الأطراف (المدخل والمخرج)  
محولات دمية - محولات ذاتية متعبرة الفولت.  
أما المطحان فهي أجهزة تشبه بشكل أساسي محول رفع وخفض لتوتر  
عكس التحكم بتوتره يدوياً أو إلكترونياً للحصول على توتر نظامي لصيانة عمل  
الأجهزة الكهربائية بصورة جيدة وآمنة.

### أجزاء المحول:

يتألف المحول من العناصر التالية:

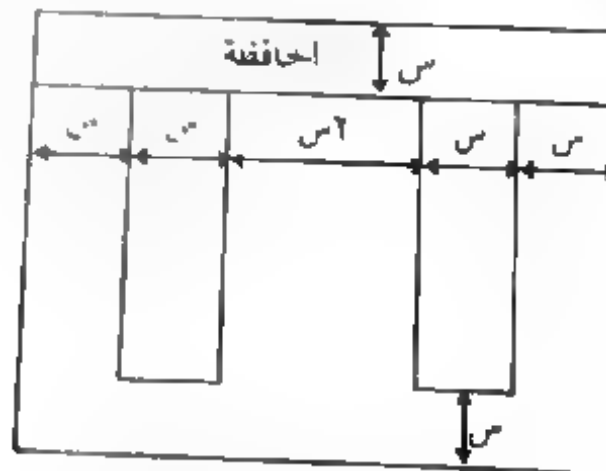
- ١ - دائرة مغناطيسية مغلقة : من صفائح حديدية رقيقة بحيث تتشابه مع بعضها  
بأقل فراغ بينها. وهذه الصفائح سماكتها (٠,٣٥ - ٠,٥ مم) وفيها مادة  
السيليسيوم بنسبة ٤٪ ومعزولة عن بعضها بالورنيش أو ترك في مكان رطب  
ليتشكل عليها الصدأ الخفيف ليكون عازلاً لتيارات فوكو الإعصارية التي تتولد  
في الحديد فترفع حرارته ويضعف مردود المحول.
- ٢ - الملفات الابتدائية: وهي الملفات التي تتغذى بتيار الشبكة، وتكون ملفوفة  
على بكرة من العيسر أو البيكاليث، ويتناسب عدد لفاتها مع توتر التغذية  
وكذلك مع استطاعة المحول. يتولد فيها التحريض المغناطيسي فينتقل عبر  
الدائرة المغناطيسية إلى الملفات الثانوية.
- ٣ - الملفات الثانوية: وهي الملفات التي يتولد فيها التوتر التحريضي عندما يغذى  
المحول بالتيار. وليس لها أي اتصال أو تلامس مباشر مع الملفات الابتدائية إلا  
في المحول الذاتي.  
يتناسب عدد لفاتها مع التوتر الثانوي ومع استطاعة المحول.  
وهذه الملفات هي التي تغذي الأحمال بالتوتر المناسب.  
والملفات الابتدائية والثانوية قد تكون متباعدة عن بعضها وقد تكون بجانب أو  
فوق بعضها البعض وضمن بكرة واحدة في الدائرة المغناطيسية نوع EI.  
إن عدد الملفات يتناسب مع التوتر ففي أي محول يكون عدد لفات التوتر  
الأعلى أكثر - أي محول رفع التوتر عدد الملفات الثانوي أكبر من عدد الملفات  
الابتدائي وفي محول خفض التوتر يكون العكس أي عدد لفات الابتدائي أكبر  
من عدد الملفات الثانوي.

- بما أنه يقطع سنك النعات يكون عكسياً لأن محول ٥٥٠/٢٢٠  
 و محول خفض التوتر يرفع شدة التيار.
- ٤ - الأجزاء الإضافية المكتملة في المحول. هذه الأجزاء الإضافية المكتملة في المحول هي:
- ١ - جلد خاصة في المحولات الكبيرة ومنها
  - ٢ - سلاسل المحول من الحديد الرقيق المصنوع من الحديد
  - ٣ - لوحة توصيل أطراف المحول - حديد
  - ٤ - زيت المحول ومخرج التهوية - عجلات حمل المحول
  - ٥ - عوان الزيت الإضافي وذلك لحفظ مستوي الزيت في المحول وصيانة
  - ٦ - تقليل سطح الزيت الملامس للهواء الخارج من المحول
  - ٧ - مخرج تبريد أو دائرة أنابيب مائية داخل المحول



نموذج من صالحي قليلة الاستخدام  
 نموذج M

نموذج محول أحادي  
 صغير الاستطاعة



صفحة لمحول أحادي نموذج E

### مبدأ عمل المحول الأحادي:

إذا وصل المدف الابتدائي للمحول بالتيار المتناوب المناسب يتولد في ملفات تحريض مغناطيسي له نفس التردد، وهذا التحريض المتغير ينتقل عبر الدارة المغناطيسية في الملفات الثانوية تياراً تحريضياً متناوباً له نفس التردد أيضاً وذلك استناداً لقانون لينز في التوليد.

نسبة التحويل =  $\frac{\text{التوتر الثانوي}}{\text{التوتر الابتدائي}} = \frac{\text{عدد لفات الثانوي}}{\text{عدد لفات الابتدائي}} = \frac{\text{شدة التيار الابتدائي}}{\text{شدة التيار الثانوي}}$

أي:

$$\boxed{\text{نسبة التحويل} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2}}$$

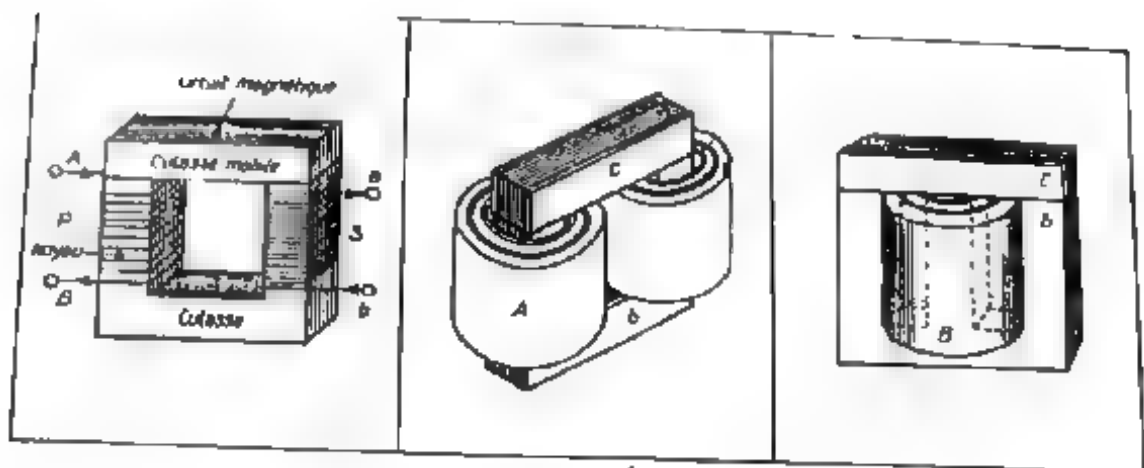
وتختلف هذه النسب قليلاً وذلك لوجود بعض الفقايد المغناطيسية والحرارية في المحول

### لفات التعويض:

إذا كان للمحول نفس عدد الملفات في الابتدائي والثانوي نجد أن التوتر الثانوي المتولد يكون أقل من التوتر الابتدائي وذلك لوجود هبوط في التوتر داخل الملفات، نظراً لمقاومتها الأومية وكذلك الضياع في المغناطيسية الواصلة إلى الثانوي. لذلك يضاف إلى ملفات الثانوي عدد من الملفات تدعى لفات التعويض وتساوي (٥ - ٧٪) من عدد لفات الثانوي لتعويض هبوط التوتر في الملفات وخاصة عند وصل الأحمال على المحول.

### ملاحظات حول استخدام المحولات:

- ١- إن المحول المصمم ليعمل على تردد ٥٠ هرتز. يحظر استعماله على تردد أقل مثل (٢٥ هرتز) لأن حرارته ترتفع بشكل خطير بسبب زيادة مفائده المغناطيسية ويمكن تشغيله على تردد أقل بشرط زيادة تبريده وتقليل استطاعة الحمل عليه فيقل الضياع وتنخفض الحرارة في الملفات النحاسية.
- ٢- لا يمكن تغذية المحول بالتيار المستمر لأنه لا يتولد فيه تحريض مغناطيسي متغير وقد تحترق الملفات الابتدائية بسرعة.

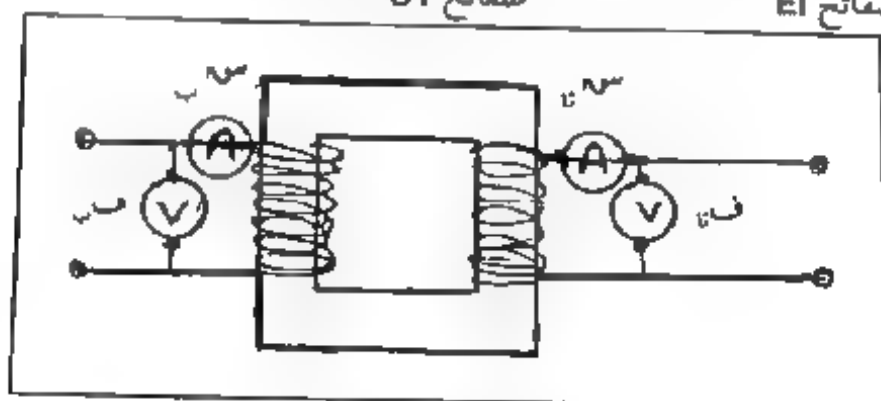


محول أحادي نموذج

صفائح U1

محول أحادي نموذج

صفائح EI



قياس التوتر والتيار في الملف الابتدائي والثانوي

وحساب الاستطاعة بالفولت أمبير VA

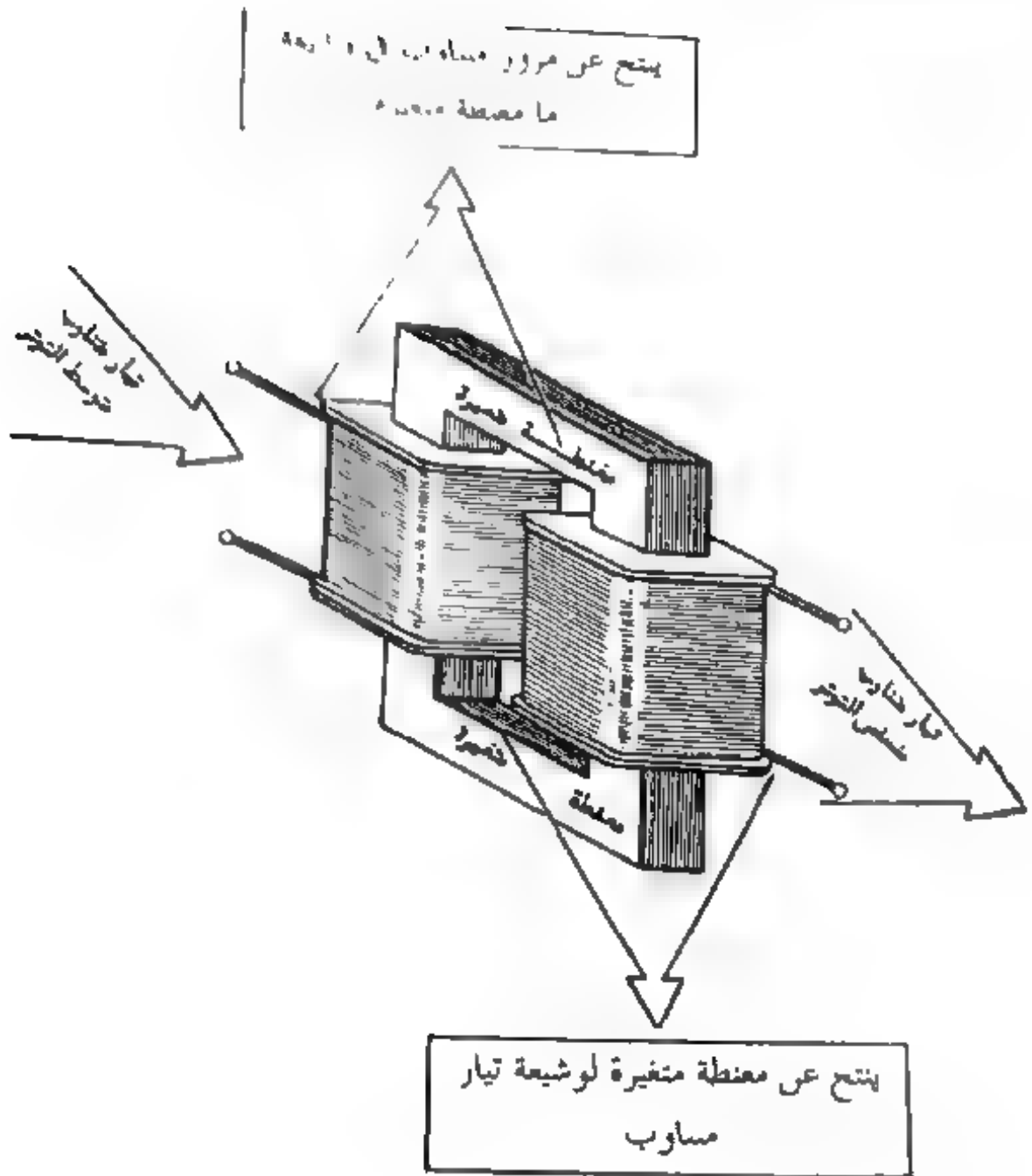
### تيارات فوكو الإعصارية:

تنشأ هذه التيارات داخل حديد المحول بسبب تغير التحريض المغناطيسي، تعمل هذه التيارات المنسوبة إلى العالم فوكو على رفع حرارة حديد المحول وتقليل مردوده وإتلافه بسرعة لذلك تخفف هذه التيارات بالإجراءات التالية:

- ١ - صنع الدارة المغناطيسية بشكل صفائح رقيقة من الحديد الخاص.
- ٢ - عزل هذه الصفائح عن بعضها البعض بالورنيش أو بصدأ الحديد نفسه.
- ٣ - حديد المحول له مواصفات خاصة وفيه نسبة (٤٪) سيليسيوم.
- ٤ - عدم وجود أي ثغرة أو انقطاع في الدارة المغناطيسية.
- ٥ - قياس الصفائح أو مقطع الدارة المغناطيسية متناسب مع استطاعة المحول والتردد وجودة الصفائح.



## كيف يحمل المحول؟



هكذا نغير عدد اللفات في الوشيعتين يتغير توتر المدخل والمخرج للمحول بنفس النسبة

## مفاقيد المحول:

وهي الاستطاعة الضائعة في المحول ونسبها إلى

أ - مفاقيد نحاسية: تصبح داخل ملفات المحول باعتمادها على جريان التيار، ولها مقاومة أومية وسحب ٠.١ % المفاقيد إلى حرارة في ملفات المحول الابتدائية والثانوية. وإذا كان المحول بدون حمل فتكون شدة التيار الثانوي معدومة وبالتالي تنحصر المفاقيد فقط في ملفات الابتدائي ونحوه صغيرة لأن شدة التيار الابتدائي صغيرة جداً وندعى التيار المار فيها بتيار المغنطة.

ب - مفاقيد حرارية: وهي المفاقيد المخطاطيسية في الصفائح وكذلك تيارات فوكو الإعصارية. وهذه المفاقيد تناسب مع وزن وجودة الحديد وسماكة الصفائح والعزل بينها ومجموع المفاقيد النحاسية والحديدية يفترض أن تكون نسبتها أصغر مما يمكن من استطاعة المحول وتصل إلى حوالي (٣٪) في المحولات الكبيرة الجيدة - أي أن مردود المحول يكون (٩٧٪) في أفضل الأحوال. وفي المحولات الصغيرة الاستطاعة فالمردود من (٩٠ - ٩٥٪) أي:

$$\text{الاستطاعة الضائعة في الصفائح} + \text{المفاقيد الحديدية} = \text{الاستطاعة الضائعة في الملفات النحاسية}$$

$$ع_ه = ع_ه + ع_ح$$

وتقدر بالواط أو الفولت أمبير (VA)

## استطاعة المحول:

$$\text{من المعلوم أن قانون الاستطاعة} \quad ع_ه = ف \times س_ه$$

وبما أن للمحول توتر والتيار ابتدائي وتوتر والتيار ثانوي فله استطاعتان وتحسب بالفولت أمبير (VA) أو بالكيلوفولت أمبير (KVA).

أ - استطاعة الدخل وهي استطاعة الملف الابتدائي وتحسب بالقانون:  
استطاعة الدخل = القوة × التوتر الثانوي / ١.٤١٤

$$\begin{aligned} \text{ع د} &= \text{ف} \times \text{ص} \\ \text{ف د} &= \text{فولت} \times \text{أمبير} \\ A \times V &= VA \end{aligned}$$

ب - استطاعة الخرج: وهي استطاعة الملف الثانوي وتحسب بالقانون:  
استطاعة الخرج = التوتر الثانوي × الشدة الثانوية

$$\begin{aligned} \text{ع ح} &= \text{ف د} \times \text{ص ح} \\ \text{ف ح} &= \text{فولت} \times \text{أمبير} \\ A \times V &= VA \end{aligned}$$

وتكون استطاعة الدخل أكبر من استطاعة الخرج نظراً لوجود  
مقاومة أو استطاعة ضائعة كما ذكرنا (نحاسية + حديدية).

$$\begin{aligned} \text{ع المفقود} &= \text{ع د} - \text{ع ح} \\ \text{ف ح} &= \text{ف د} - \text{ف ح} \\ VA - VA &= VA \end{aligned}$$

### مردود المحول:

لكل جهاز أو آلة مردود معين وكلما كان كبيراً كان المحول أفضل  
والمحولات الصغيرة مردودها يتراوح من ٩٠ - ٩٥% بينما الكبيرة تصل إلى ٩٧%  
ويحسب مردود المحول كما يلي:

$$\frac{\text{ع ح}}{\text{ع د}} \times 100 = \text{المردود \%}$$

$$\frac{\text{ع ح}}{\text{ع د}} \times 100 = \text{المردود \%}$$

## أنواع المحولات الأحادية:

- ١ - محول عادي له ملف ابتدائي وملف ثانوي كل منهما متصل من الآخر له نقطتا توصيل للإبتدائي ونقطتا توصيل لثانوي
- ٢ - محول متعدد المآخذ لهذا المحول عدة نقاط توصيل في الابتدائي وفي الثانوي وبذلك يمكن تعدية المحول بتوترات متعددة، ويعطي الثانوي توترات متعددة أيضاً كما في الشكل:

مثال: محول توتر الإبتدائي ٢٢٠/١١٠ فولت

توتر الثانوي ١٢/٩/٦ فولت

ونقطة التوصيل تخرج من عدد اللفات المناسب لهذا التوتر.

فإذا عرفنا عدد لفات الفولت يمكن حساب عدد اللفات المناسب لكل توتر مع

إضافة لفات التعويض المناسبة لكل توتر في الثانوي

فعلى المحول السابق إذا كان عدد لفات الفولت (٣ لفة) مثلاً يكون عدد

اللفات كما يلي: حتى ١١٠ فولت = ٣٣٠ لفة

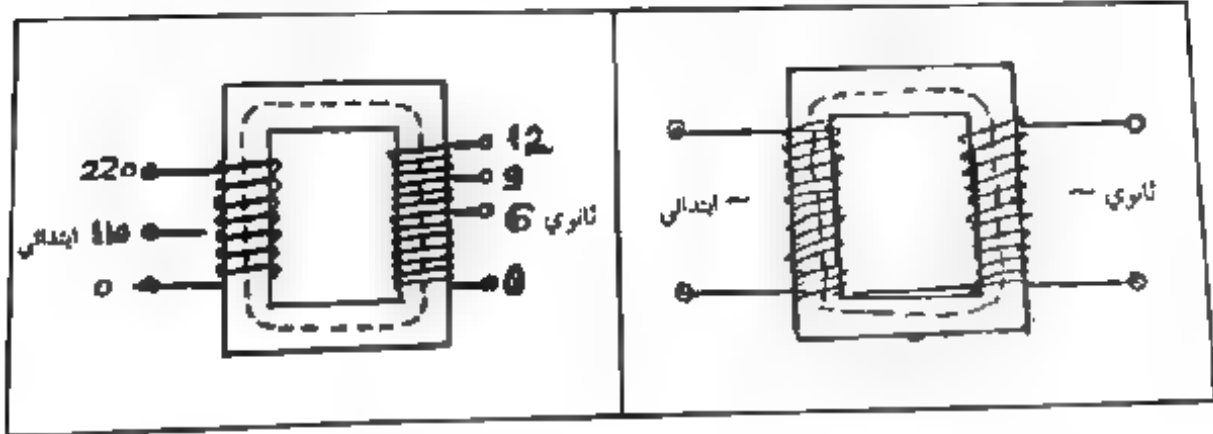
حتى ٢٢٠ فولت = ٦٦٠ لفة

وفي الثانوي: حتى ٦ فولت = ١٨ لفة + ١ لفة تعويض = ١٩ لفة

حتى ٩ فولت = ٢٧ لفة + ٢ لفة تعويض = ٢٩ لفة

حتى ١٢ فولت = ٣٦ لفة + ٣ لفة تعويض = ٣٩ لفة

ولفات التعويض تكون من ٦ - ٨٪ وقد جبر جزء اللفة إلى لفة كاملة.



محول متعدد المآخذ

الإبتدائي ٢٢٠/١١٠ ف

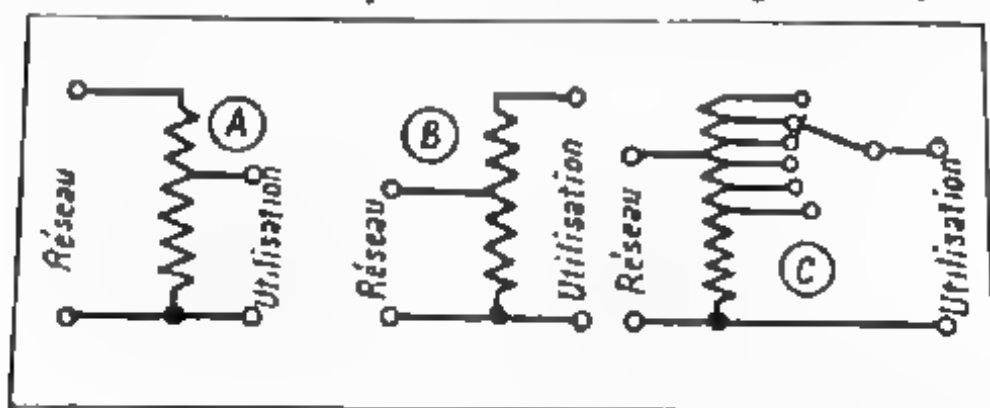
الثانوي ١٢/٩/٦ ف

محول عادي

- ٣ - المحول الذاتي (أوتوتريانسفورمر) : المحول لا يحتوي إلا على ملف واحد - ١٠ -  
يعدى بتوتر الشبكة ويمكن توصيله من طرف الملف للحصول على التوتر الذاتي  
المخفض. وقد يكون محول خفض أو محول رفع و كل منهما فيه ملفات متصلة  
وبذلك يحقق توفيراً في الأسلاك الححاسية لستين رئيسيين وهما  
أ - إلغاء الملف الثانوي والإكتفاء بعدد من الملفات إذا كان محول رفع التوتر  
بما سب فقط فرق التوتر الثانوي عن الابتدائي.  
ب - تخفيف مقطع سلك الملف المشترك لأن التيار الذي يجتازه هو الفرق بين  
التيارين الثانوي والابتدائي  
ويكون الوهر أعظمياً إذا كان المحول الذاتي توتره الثانوي ضعف التوتر  
الابتدائي أو نصفه أي نسبة التحويل (٢ أو  $\frac{1}{2}$ )

### المحول الذاتي المتعدد المخارج:

وهو نفس المحول الذاتي ولكنه يحتوي على عدة نقاط في المخرج ليتمكن اختيار  
التوتر المناسب للآخذة. وخاصة إذا كان التوتر الابتدائي يتغير بين انخفاض وارتفاع.

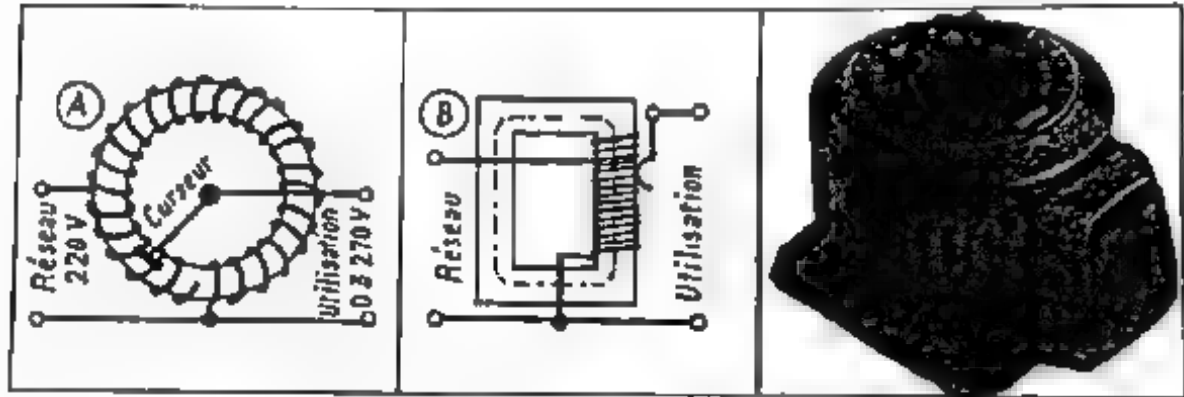


محولات ذاتية : (A) محول خفض - (B) محول رفع - (C) محول متعدد المخارج

### المحول الذاتي ذو الذراع الدوار:

له دائرة مغناطيسية بشكل اسطوانتي تحتوي على الملفات، وله ذراع دوار فيه  
مسفرة (فحمة) تلامس أطراف الملفات من الأعلى أو الأسفل وهي معزولة من  
الورنيش، وبذلك يمكن اختيار عدد الملفات المناسب، وللمحول لوحة مرقمة  
ومؤشر يشير إلى التوتر الثانوي الذي يخرج من هذا المحول.

ويمكن أن يكون به عدة توترات في المدخل مثل (٢٢٠/١١٠ ف) وهذا المحوّل الصغير التوتر يدعى (فاريالك) يستخدم في محطات توليد الطاقة الكهربائية. فهو ضروري في كل ورشة تصنيع أو بيع المعدات الكهربائية. في إجراء الاختبارات على الأجهزة الكهربائية لتتبع عملها في التوترات المختلفة واختيار الأفضل عند اختيار مواصفات القية للأجهزة الكهربائية كما يبيد في تجارب الكهرباء والعزيماء لإمكانية الحصول على توترات مختلفة وهو عالي الثمن نسبياً ويتوفر باستطاعات مختلفة (٣٥٠ - ٥٠٠ - ١٠٠٠ - ٢٠٠٠ ف أ) وأكثر. وهناك نوع من المعدات الأتوماتيكية يعمل على نفس مبدأ المحوّل الذاتي الدوار وله محرك ودارة إلكترونية للحصول على التوتر المنتظم المطلوب.



مخطط عمل محوّل ذاتي  
دوار متغير الفولت

محوّل ذاتي متغير الفولت  
بمزلقة

محوّل ذاتي دوار متغير الفولت  
الابتدائي ٢٢٠ ف  
الثانوي ٠ - ٢٧٠ ف  
(صنع فرنسي)



## المحولات الثلاثية الطور

يتألف المحول الثلاثي الطور من الأجزاء التالية:

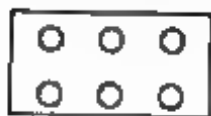
- ١ - دائرة مغناطيسية ثلاثية أعمدها متساوية القياس كما في الشكل
- ٢ - ثلاثة ملفات ابتدائية متماثلة يصلها التوتر الابتدائي
- ٣ - ثلاثة ملفات ثانوية متماثلة تعطي التوتر الثانوي.
- ٤ - لوحة أو أطراف توصيل الملفات الابتدائية والثانوية ليتمكن توصيلها بشكل نجمي أو مثلثي. أو توصيل آخر يدعى (زكراك) لبعض المحولات.
- ٥ - أجزاء محملة مثل الغلاف الخارجي المعدني ذو الرعايف وفيه ريت التبريد والعزل - حران الزيت الإضافي - عجلات التحريك - غطاء الغلاف وبسهما جوانات عزل التسرب - حنقات الحمل والنقل.
- ٦ - عناصر تهوية أو تبريد المحول - مراوح - دائرة تبريد مائية...
- ٧ - أجزاء تعبير وصبط التوتر الابتدائي أو الثانوي بسعة  $\pm 2,5 - 5\%$  بواسطة حركة يدوية بشرط عدم وجود توتر على المحول.

### توزيع الملفات في المحول الثلاثي:

يمكن لف الملفات الثانوية والابتدائية فوق بعضها وعلى نفس البكرة مع وجود العازل المناسب بينهما، ويمكن أن تكون الملفات بجانب بعضها البعض مع وجود عازل حاجز بينهما، (الشكل) ويكون العازل يسها كبيراً وقوياً في المحولات الكبيرة وبغيد ذلك في تحسين التهوية للملفات. وفي المحولات الكبيرة الاستطاعة والمستخدم في التوتر العالي فيورع الملف الواحد على عدة بكرات لحفض توتر العزل وتوزيع شدة التيار في كل ملف على أكثر من عمود في الدارة المغناطيسية.

### توصيل الملفات في المحول الثلاثي:

في المحولات الصغيرة الاستطاعة يوجد لوحتان للتوصيل - لوحة لتوصيل الأطراف

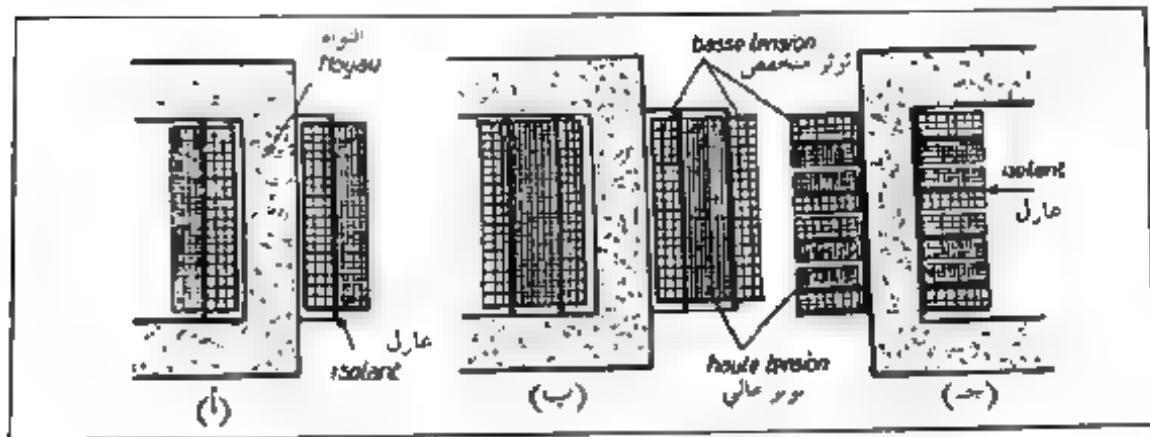


الابتدائية ولوحة لتوصيل الأطراف الثانوية. وكل لوحة فيها ست (٦) نقاط كما في المحرك الثلاثي. (كل ثلاث نقاط على صف واحد).

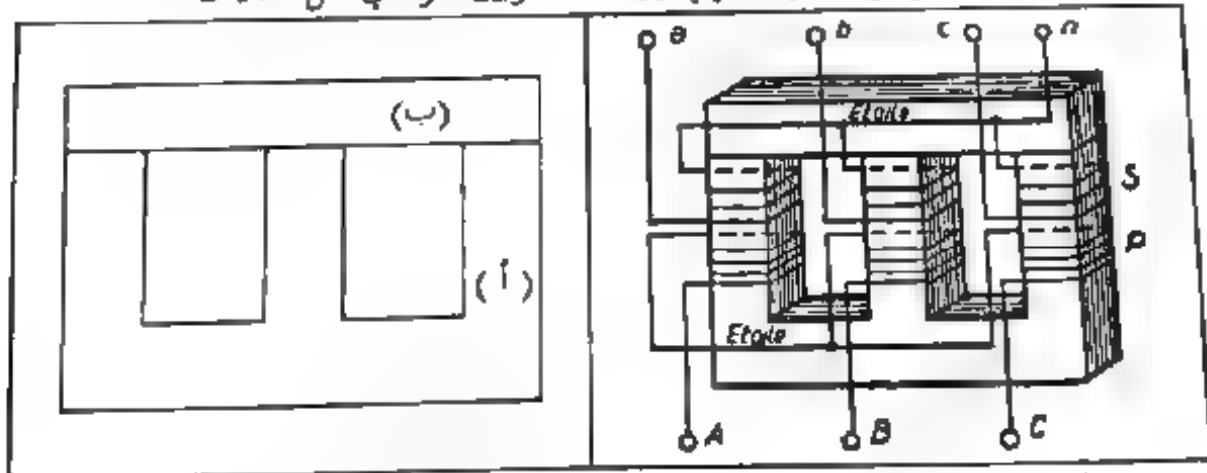
توصل بدايات الملفات الابتدائية على طرف ونهايات على طرف آخر حيث  $\gamma$  تقابل كل بداية ملف نهايته - وتوصل أطراف الثانوي بنفس الطريقة على سطح الثانية - وهذه الطريقة تعطي إمكانية توصيل كل جانب بشكل جمعي  $\gamma$  أو مشطي  $\delta$  (دلتا).

وفي المحولات الكبيرة المستخدمة في شبكات التوزيع فيتم التوصيل المطلوب داخل المحول وتخرج الأطراف الثلاثة (3 عارات) أو الأربعة (مع خط الحثدي «التر» إلى خارج المحول.

تحدد أطراف توصيل الملفات الابتدائية بأحرف كبيرة A - B - C والثانوية بأحرف صغيرة a - b - c.



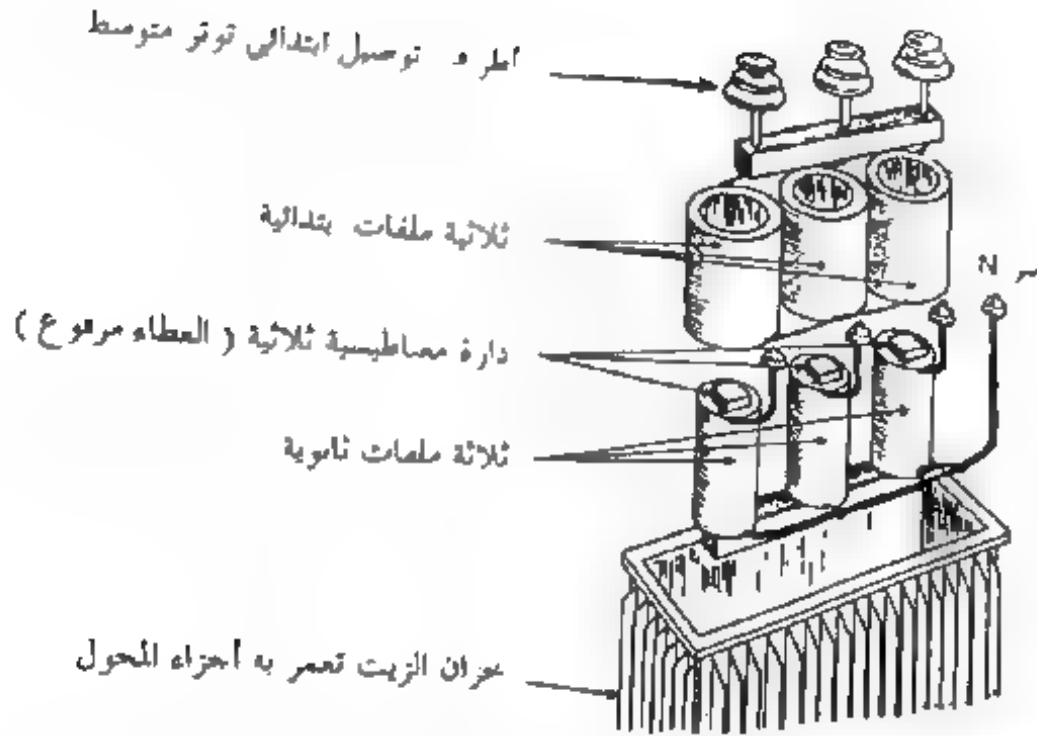
توزيع الملفات في محول ثلاثي أ - الملفات فوق بعضها بعضين.  
ب - الملفات فوق بعضها ثلاث ملفات. ج - الملفات بجانب بعضها  
لاحظ وجود العازل القوي بين الملفات وبين السواة في كل الحالات



صفحة دائرة مغناطيسية لمحول ثلاثي  
(أ) الصفحة الرئيسية. (ب) الحافظة  
الأعمدة متساوية القياس

مبدأ محول ثلاثي الطور توصيله  $\gamma/\gamma$





### التوصيل النجمي Y : (ستار):

وفي هذا التوصيل توصل بدايات الملفات أو نهاياتها مع بعضها البعض وتعدى من الطرف الآخر. ونجد أن التوتر الواصل إلى كل ملف أو الخارج منه يساوي التوتر البسيط :

$$أ ي = \frac{\text{التوتر بين فازين}}{\sqrt{3}} = \frac{\text{التوتر المركب}}{1.73}$$

وبهذا التوصيل يخرج خط الحيادي (النتر) من نقطة النجمي وذلك لتغذية المشترك المنزلي وأجهزة الإنارة.

### التوصيل المثلثي Δ (دلتا) (D):

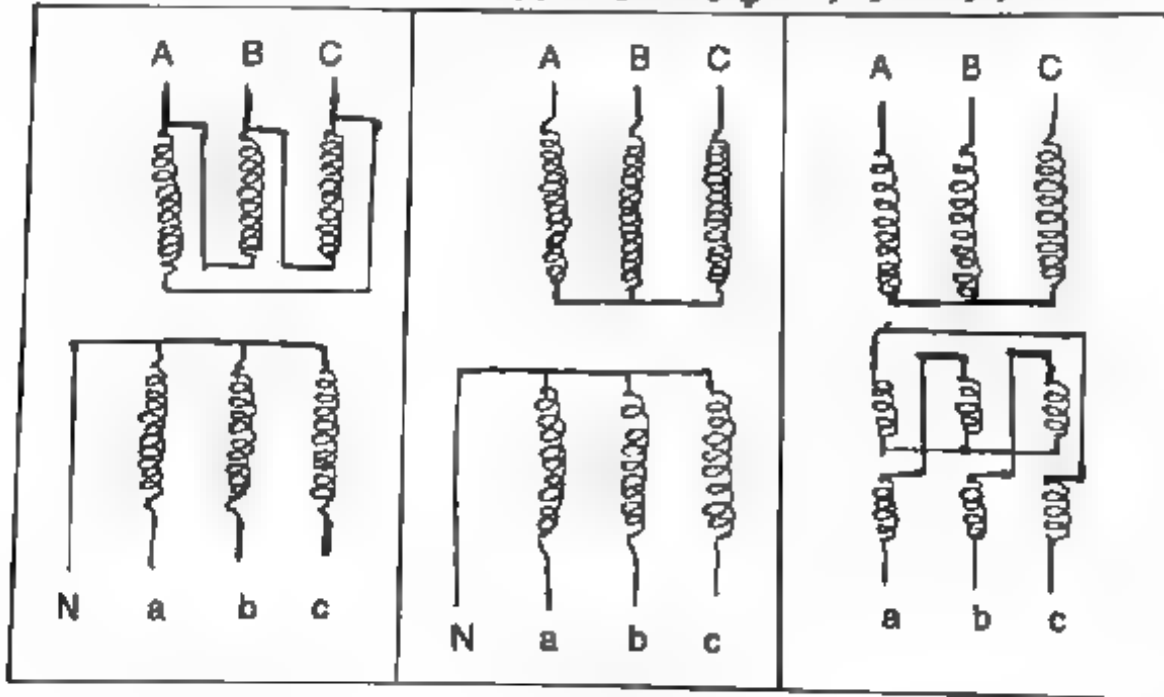
توصل نهاية كل ملف مع بداية الملف الآخر وذلك بوضع ثلاث قطع نحاسية متوازية كما في الشكل ويكون التوتر الواصل لكل ملف هو التوتر المركب نفسه (التوتر بين فازين) ولا يوجد نقطة لتوصيل الخط الحيادي.

مثال: إذا فرضنا في محول ثلاثي أن كل ملف في الابتدائي أو الثانوي يتحمل ٢٢٠ فولت فنجد أن إمكانية التوصيل والتوتر في كل طرف كما يلي:  
وإذا كان المحول نسبة تحويله ن فنضرب التوتر الثانوي بنسبة التحويل.

جدول التوصيل والتوتر لـ محول ثلاثي كن ملف يتحمل ٢٢٠ ف فقط

التوصيل الإبتدائي	التوصيل الثانوي	التوتر الإبتدائي	التوتر الثانوي	التوتر الثانوي إذا كانت نسبة التحويل ن
Y	Y	٣٨٠ ف	٣٨٠ ف	يرفع أو يخفض بمقدار نسبة التحويل في عدد اللفات
Y	$\Delta$	٣٨٠ ف	٢٢٠ ف	يفيد في محولات خفض
$\Delta$	$\Delta$	٢٢٠ ف	٢٢٠ ف	يرفع أو يخفض بمقدار نسبة التحويل في عدد اللفات
$\Delta$	Y	٢٢٠ ف	٣٨٠ ف	يفيد في محولات الرفع

ملاحظة الرمز الكبير للإبتدائي والصغير للثانوي وكذلك إذا استخدمت الأحرف



توصيل محول ثلاثي

Y/Δ

مثلي/نجمي

توصيل محول ثلاثي

Y/Y

نجمي/نجمي

توصيل محول ثلاثي Z/Y

نجمي / مركزك متخرج

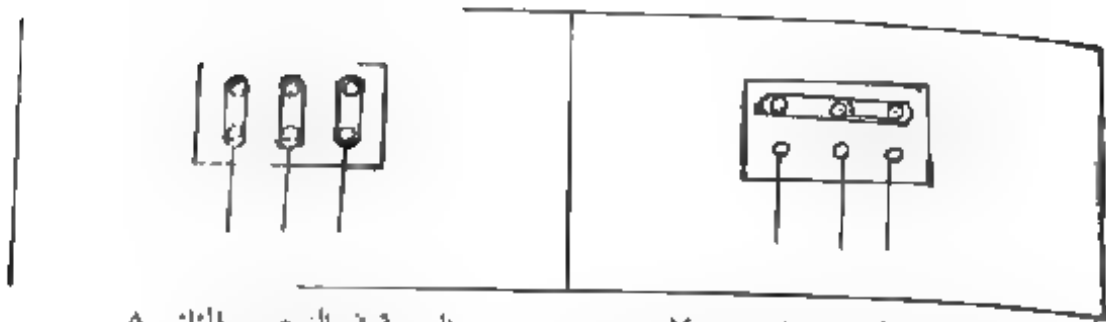
أي كل نصفي ملف على

عمود فالملف يقسم قسمين كل

قسم على عمود في الدارة

المغناطيسية وبدعى وصل

زكرك أو وصل متخرج

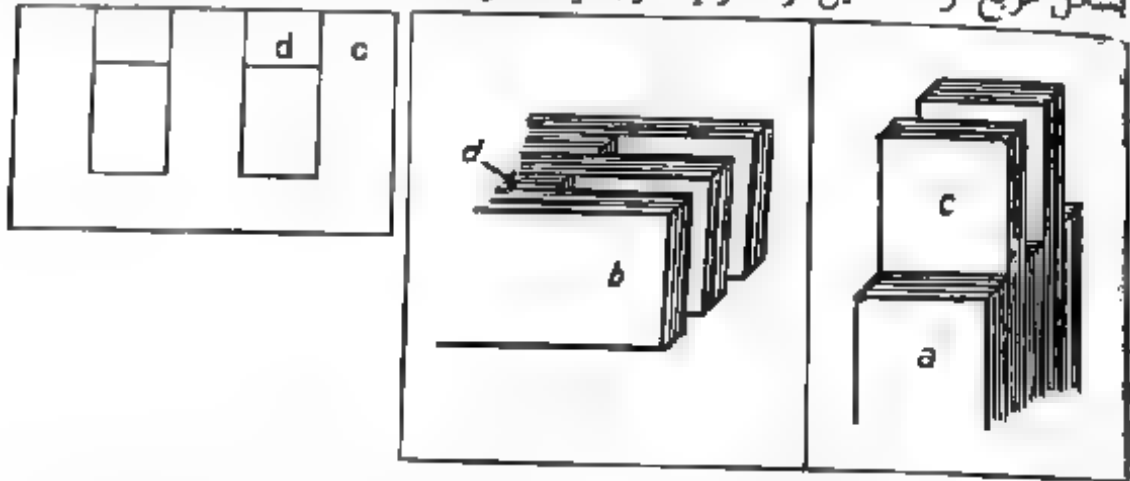


اللوحة في التوصيل المثلي ٨

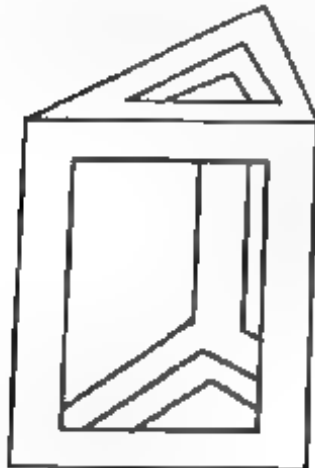
اللوحة في التوصيل التحمي ٧

### أنواع وشكل الدارة المغناطيسية في المحول الثلاثي:

لقد ذكرنا أن الدارة المغناطيسية للمحول الثلاثي تتكون من ثلاثة أعمدة متساوية والدارة من صفائح الحديد السيليسي الرقيقة. ويكون مقطع كل عمود بشكل مربع أو مستطيل أو دائري تقريباً في المحولات الكبيرة (كما في الشكل).



تركيب صفائح محول ثلاثي ذو استطاعة كبيرة. لاحظ تداخل الصفائح حسب الأحرف



دارة مغناطيسية لمحول



مقطع دائري



مقطع مربع

### استطاعة المحول الثلاثي:

نفس بالمحول أمبير (VA) أو بـ كيلوفولت أمبير (KVA) كما في الأحادي ونحسب كما يلي:

استطاعة الدخل =  $\sqrt{3} \times \text{التوتر الابتدائي بين فازين} \times \text{الشدة في أحد الفازات للإبتدائي}$

$$ع_د = 1.73 \times ف_ب \times س_د$$

استطاعة المخرج =  $\sqrt{3} \times \text{التوتر الثانوي بين فازين} \times \text{الشدة في أحد الفازات للثانوي}$

$$ع_خ = 1.73 \times ف_ب \times س_خ$$

إن الاستطاعة الحقيقية بالواط تتناسب مع عامل الاستطاعة للأحمال أما مردود المحول الثلاثي فله نفس قانون مردود المحول الأحادي.

### تهوية وتبريد المحولات:

يتعرض المحول لارتفاع حرارته بسبب المعاقيد المختلفة مما يؤدي إلى خفض مردود المحول وتعرض مواده العازلة لتلف سواء بين ملغاته أو عازل أسلاك الملفات. وتنقسم هذه المعاقيد إلى:

أ - مفايد نحاسية:

في أسلاك الملفات بسبب مقاومتها الأومية التي تحسب بالقانون:

$$م = \frac{ن \times ل}{ع}$$

حيث م مقاومة الملف الأومية  
ن المقاومة النوعية للأسلاك  $\Omega / \text{مم}^2 / \text{مم}$   
ل طول الملف بالمتري  
ع مقطع سلك الملف بالمم<sup>2</sup>

وتدعى مفايد بفعل جول وتتحول إلى حرارة وتحسب استطاعتها بالقانون:

$$ع_ه = م \times س_ه^2$$

حيث ع\_ه الضياع الحراري بالواط  
م مقاومة الأسلاك الأومية بالأوم  
س\_ه شدة التيار في الملف

## ب - مفايد حديدية (في الدارة المغناطيسية)

يسبب الحريض المغناطيسي وتيارات فوكو الإعصارية توليد الحرارة في الحديد لذلك يجب إتباع الطريقة المناسبة لخفض حرارة المحول بحيث لا تتجاوز درجة معينة وهذه الطرق هي:

١ - التهوية الطبيعية بالهواء: يوضع المحول في الهواء بطبق بحيث لا يعل سطح التهوية عن (١٥ سم<sup>٢</sup> لكل واط) من مفايد المحول.

وهذه الطريقة تستخدم في المحولات التي تقل استطاعتها عن (٣٥ ك. و. أ.)

٢ - العطر بالزيت: يغمر المحول كاملاً بمحقاته ودارته المغناطيسية في ريت خاص داخل وعاء معدني ذو رعانف لزيادة سطح التهوية وتقوية العارلية، ويعمل الريت على نقل الحرارة من داخل الملفات إلى السطح الخارجي للريت ثم إلى العلاف المعدني، وبشكل بذلك دارة متحركة يرتفع فيها الزيت الساخن إلى الأعلى ليحل مكانه زيت أبرد وهذه الطريقة تستخدم مع الطرق الأخرى في المحولات المتوسطة والكبيرة الاستطاعة

٣ - التهوية الإصطناعية بالمرأوح: يجهز المحول ذو الاستطاعة الكبيرة بمروحة أو أكثر تعمل بشكل أوتوماتيكي عند ارتفاع حرارة المحول فتزمن تبريد المحول بشكل سريع وجيد وخاصة عند وصول المحول إلى ما يقارب من حملة الكامل. وقد يمرر الريت نفسه في أنابيب يتخللها الهواء العادي أو من المأروح فيعجل ذلك في تبريد الزيت ومن ثم يعود إلى المحول.

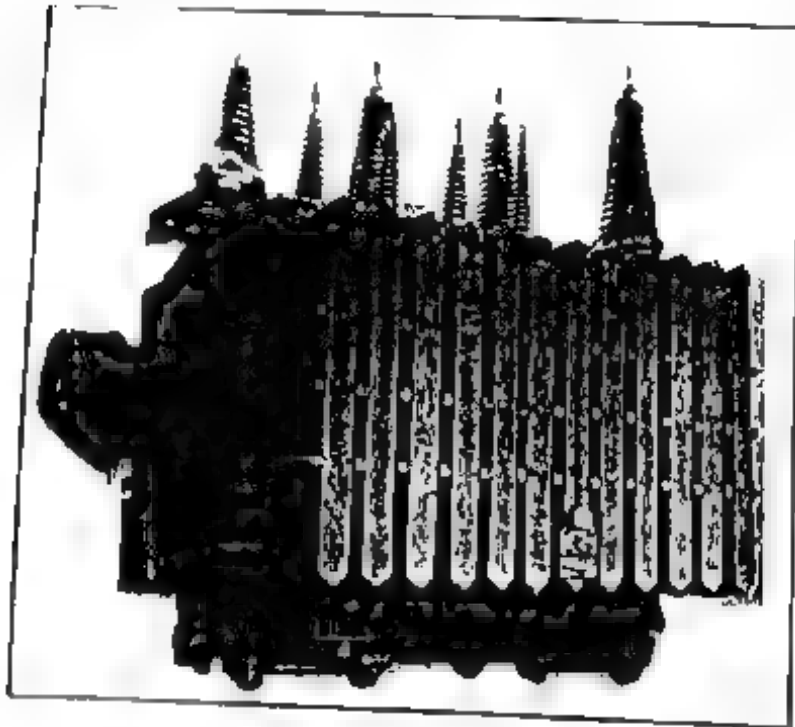
٤ - التبريد بدارة مائية: نحتاز أنابيب الماء زيت المحول فتعمل على زيادة سرعة تبريده، ويوجد مضخة تدفع دارة الماء في الأنابيب بشكل سريع

٥ - التبريد بدارة غازية تتحلل زيت المحول فيعمل الغاز على زيادة فعالية وسرعة التبريد.

ملاحظة: إن زيت المحولات من الزيوت الخاصة التي يجب أن تتوفر فيها شروط محددة من ناحية متانة العزل، وانعدام الرطوبة، ودرجة اللزوجة أو السيولة والحرارة النوعية ودرجة الاشتعال والتبخر وغير ذلك.

## استخدام المحولات:

- ١ - محولات استطاعة تستخدم في شبكات نقل القدرة الكهربائية وهي:
  - أ - مثال محولات من توتر متوسط إلى توتر منخفض.
    - التوتر المتوسط (MT): (٥,٥ - ١٠ - ١٥ - ٢٠ - ٣٠ ك ف)
    - التوتر المنخفض (BT): (٢٣٠ و ٣٩٨ فولت) والذي يعد:
      - (٢٢٠/٣٨٠ ف) بعد انخفاضه نتيجة وجود الأحمال
      - الاستطاعة: (٥ - ١٠ - ١٦ - ٢٥ - ٤٠ وحتى ٢٠٠ ك ف أ)
  - ب - مثال محولات التوتر العالي HT والتوتر العالي جداً THT واستخدام للشبكات الطويلة المسافة وهي:
    - من (٤٥ إلى ٩٠ ك ف) ومن (١٥٠ - ٤٢٠ ك ف) ومن (٩٠ - ٤٢٠ ك ف)
    - والتوترات العالية (H.T) حسب النظام الفرنسي هي (٣٠ - ٤٥ - ٦٣ - ٩٠ ك ف)
    - والتوترات العالية جداً (T.H.T) حسب النظام الفرنسي هي (١٥٠ - ٢٢٥ - ٣٨٠ - ٤٢٠ ك ف)
    - وتصل استطاعتها إلى (٦٠٠٠٠ ك ف أ) (60000 KVA) وأكثر كما في الشكل.



محول ثلاثي استطاعته  
(٦٠٠٠٠) كيلوفولت أمبير  
٢٢٠/٩٠ ك ف

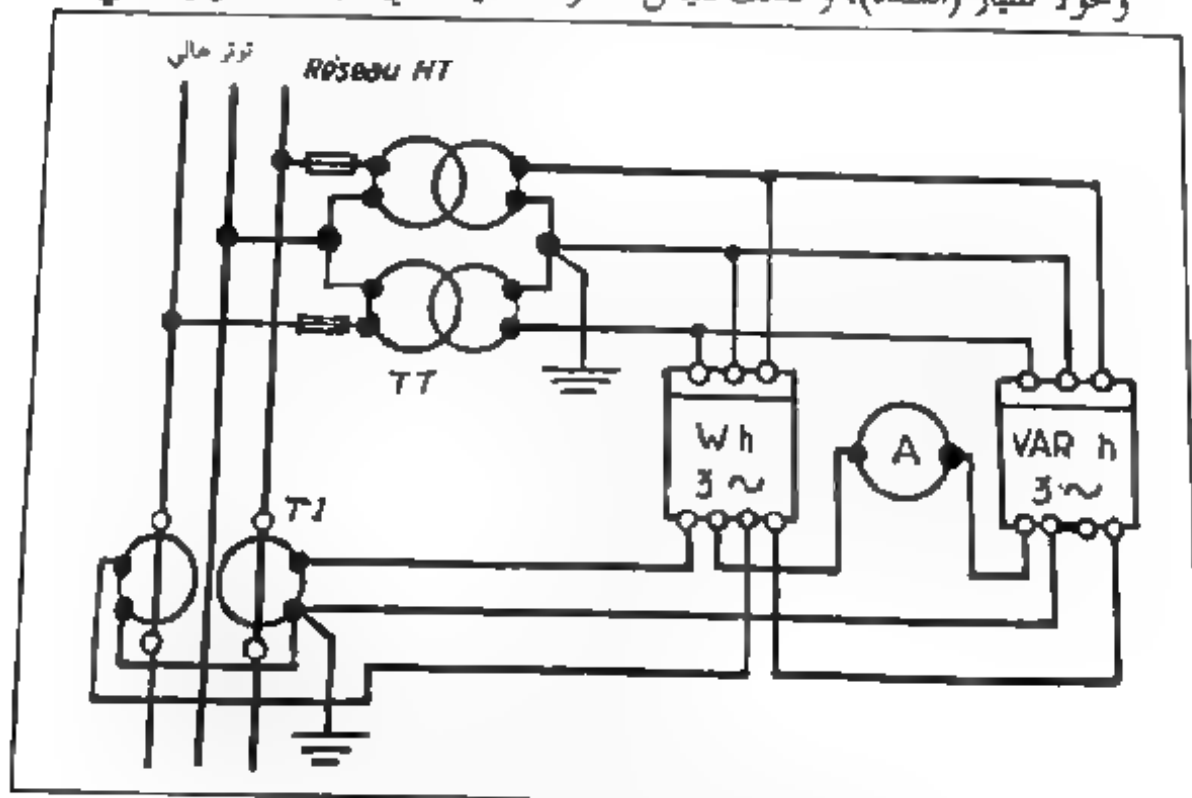
٢ - محولات القياس: مطراً لعدم إمكانية وصل المقاييس بالتوتر العالي لقياس الشدة - الاستطاعة والقدرة، لذلك يستخدم محول خفض يصل ملفه الابتدائي مع الشبكة والثانوي مع جهاز القياس، يجب المقاييس مع مراعاة عامل القراءة ونسبة تحويل المحول، وتكون محولات القياس ذات استطاعة صغيرة نسبياً

### مواصفات محولات القياس:

١ - محول التوتر: لقياس التوتر الأعلى من (٦٠٠ فولت) - وتتراوح استطاعتها من (٥ - ١٥٠٠ ف أ) وتعطي توتراً ثانوياً من (١٥٠ - ٢٥٠ فولت).

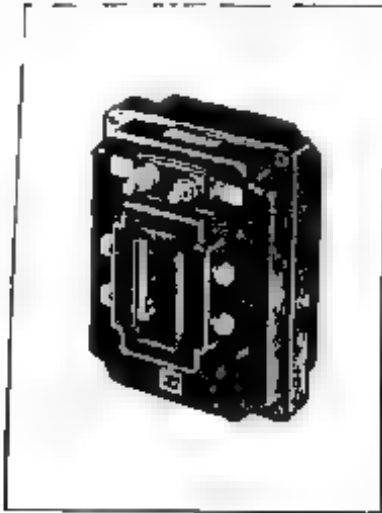
٢ - محول الشدة: طرفه الابتدائي عبارة عن دهن التوتر العالي، أما الثانوي فهو منف يعطي تياراً محدداً يتراوح بين (٥ - ١٠ A) يوصل إلى مقياس الأمبير، وتدرج لوحة الجهاز لتظهر الشدة الحقيقية في الشبكة. وقد يكون المحول ضرورياً رغم عدم وجود شدة تيار كبيرة في الشبكة ولكن بسبب التوتر العالي الذي لا يتحملة جهاز القياس.

٣ - محول الاستطاعة وقياس القدرة: يتطلب قياس الاستطاعة الكبيرة محولاً للتوتر ومحولاً للتيار (الشدة)، وكذلك لقياس القدرة المستهلكة في شبكات التوتر العالي



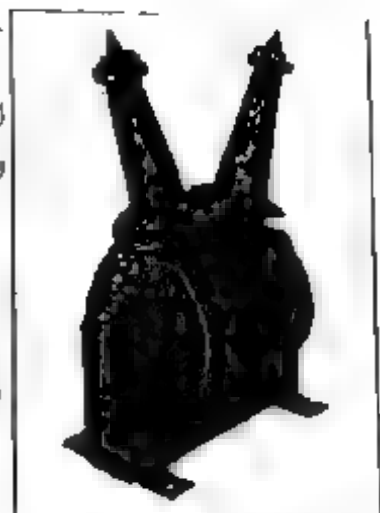
استخدام محولات قياس التوتر والتيار والاستطاعة في شبكات التوتر العالي والمتوسط

TT محول قياس التوتر      TI محول قياس شدة التيار



→ محول قياس التوتر العادي  
حتى ٣٠ ك ف يستخدم  
لقياس التوتر والاستطاعة  
والقدرة

← محول قياس شدة التيار  
يدخل فيه ناقل مستطيل  
انقطع حامل للتيار المتناوب  
المطلوب قياسه - توصل نمطنا  
لتوصل الطهرتين إلى  
مقياس أمبير عادي



### محولات دارات التقويم:

إن دائرة التقويم تتألف من ثنائي (ديود) أو أكثر تقوم التيار المتناوب إلى مستمر تقريباً ويستخدم المحول في دائرة التقويم الخاصة بشاحن المذخرات وفي تغذية الأجهزة الإلكترونية مثل راديو - مسجلة - تلفزيون... وفي بعض دارات التحكم الكهربائي أو الإلكتروني. ولهذه المحولات توترات مختلفة وكذلك استطاعات مناسبة مع العمل المخصصة له.

ويكون التوتر الابتدائي (١١٠ أو ٢٢٠) أو ذو عدة أطراف (١١٠ - ٢٠٠ - ٢٢٠ - ٢٤٠ فولت).

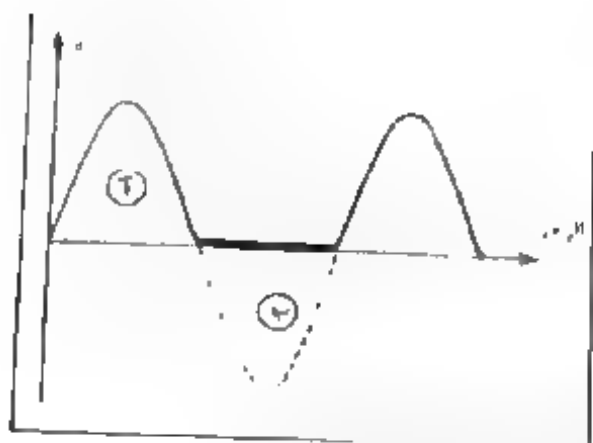
ويكون التوتر الثانوي (٣ - ٦ - ٩ - ١٢ - ٢٤ ... فولت).

أ - محول نصف موجة: محرجه الثانوي الواصل إلى دائرة التقويم مكون من خطين يحملان التوتر المطلوب. مع مراعاة أن دائرة التقويم ترفع قليلاً من التوتر المتناوب حين تقوم به إلى تيار مستمر وخاصة التوترات الأعلى من ٣ فولت ونحاج دائرة التقويم نصف موجة إلى ثنائي واحد أو ٤ ثنائيات تشكل ما يدعى دائرة تقويم جسرية.

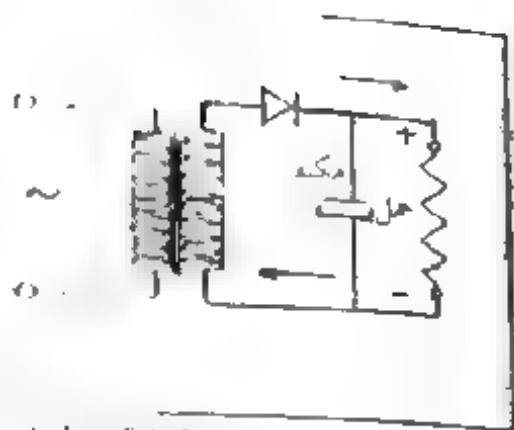
ب - محول موجة كاملة: ويتطلب أن يكون الملف الثانوي له ثلاث نقاط لكل توتر نود تقويمه. ونقطة المنتصف تقع في منتصف عدد اللفات حيث تكون نقاط تقويم (٦ فولت) موجة كاملة (٦ - ٠ - ٦ ف) وإذا قسمنا بين الطرفين نجد أن التوتر (١٢ فولت) كما في الشكل.

ملاحظة: يضاف إلى دائرة التقويم دائرة التصفية اللازمة المكونة من مكثف كيميائي أو مكثفين أو مكثف وملف أو مكثف ومقاومة وغير ذلك.

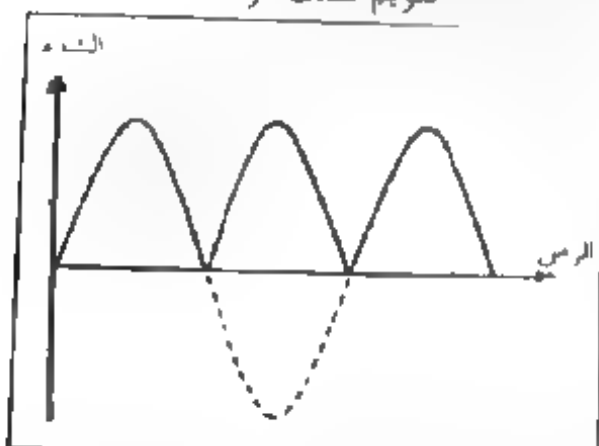




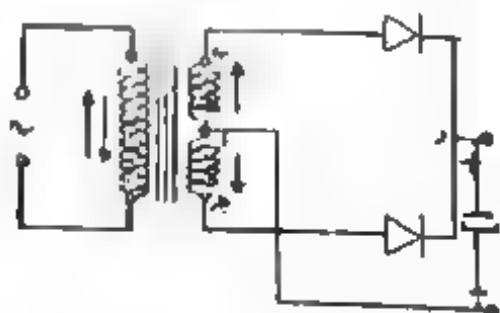
تقويم نصف موجة



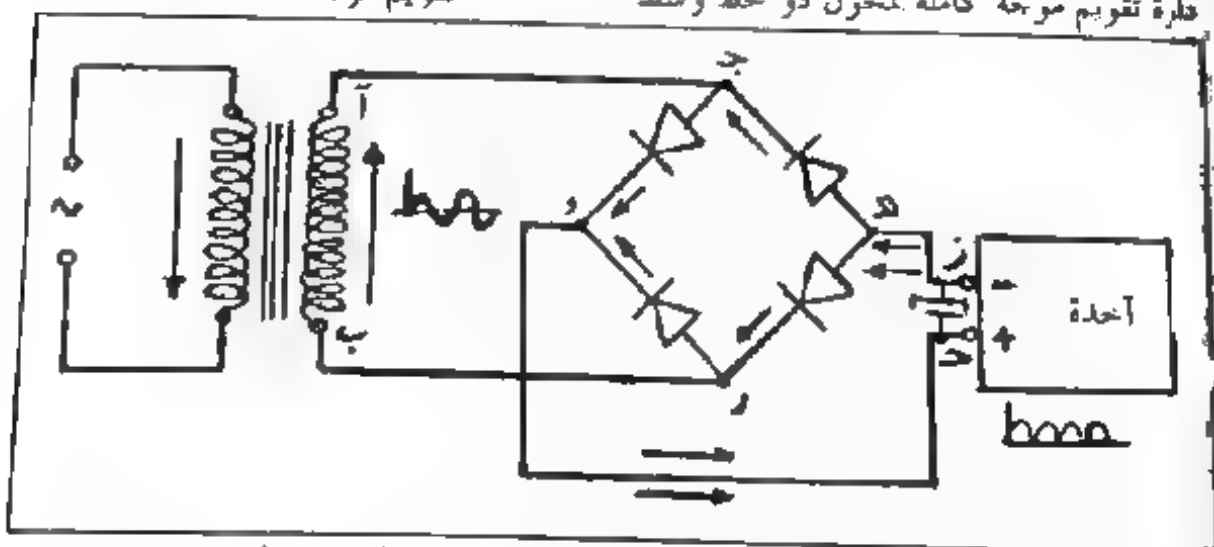
دائرة تقويم نصف موجة بشاكي واحد



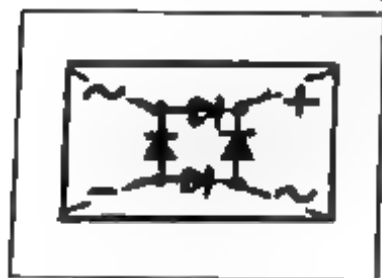
تقويم موجة كاملة



دائرة تقويم موجة كاملة بمحول ذو خط وسط

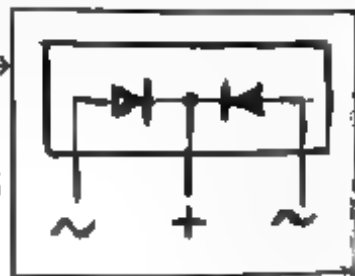


دائرة تقويم موجة كاملة (جسرية) بمحول ذو طرفين فقط



→ قطعة واحدة بشاكيين (لموجة كاملة)

قطعة واحدة بأربعة ثنائيات لموجة كاملة (جسرية) ←



## تصميم المحول الأحادي

المعلومات التي يجب معرفتها قبل البدء بتصميم المحول.

١ - استطاعة المحول بالفولت أمبير وتحسب من مجموع استطاعة الأحداث التي سيعديها المحول، والتي من الممكن أن تعمل في وقت واحد مع إضافة (٢٥ ٪) على الاستطاعة كاحتياطي وتعويض المعايير المختلفة.

٢ - التوتر الابتدائي وهو توتر الشبكة التي ستغذي المحول.

٣ - التوتر الثانوي وهو التوتر الاسمي للأخذات ويفضل إضافة ٥ ٪ على التوتر الثانوي لتعويض هبوط التوتر عند تشغيل الأحمال على المحول.

٤ - تردد الشبكة بالهرتز أو سيكل/ثانية أو ذبذبة/ثانية وهو (٥٠ هرتز) في سورية.

٥ - عدد ساعات العمل اليومية ودرجة الحرارة ونوع التهوية وذلك لأحدها بعين الاعتبار عند حساب مقطع سلك الملفات وكثافة التيار والتي تتراوح بين (٢ - ٥ A/mm<sup>2</sup>).

أما المعلومات التي يجب حسابها لتنفيذ وصنع المحول فهي:

١ - أبعاد الدارة المغناطيسية. وهو حساب مقطع الدارة المغناطيسية وعرض «اللسان» وسماكة الدارة المغناطيسية أو عدد الصفائح

وتستخدم في المحول صفائح غودج EI سماكة (٠,٥ مم) غالباً وعند معرفة أبعاد الدارة المغناطيسية يمكن شراء البكرة المناسبة أو تصميمها وصنعها من الفير أو البيكاليت.

٢ - عدد لفات الفولت ومنها نحسب عدد لفات الابتدائي - الثانوي - التعويض.

٣ - مقطع وقطر السلك الابتدائي.

٤ - مقطع وقطر السلك الثانوي.

٥ - طريقة التهوية أو التبريد اللازمة للمحولات الكبيرة.

**القوانين المبسطة لحساب معلومات المحول:**

١ - حساب مقطع الدارة المغناطيسية:

إن مقطع الدارة المغناطيسية يقصد به مساحة الجزء الذي يدخل في بكرة المحول وهو بشكل مربع أو مستطيل غالباً وضلعاها هما = عرض اللسان x سماكة الدارة المغناطيسية وبحسب بالسلم ويتناسب طردياً مع جودة الصفائح ومع استطاعة المحول وعكساً مع التردد كما يلي:

مقطع الدارة المغناطيسية = عدد ثبات من ٦ إلى ١ حسب جودة الصفائح  $\sqrt{\frac{\text{الاستطاعة (ف أ)}}{\text{التردد (هرتز)}}}$  (بالسم<sup>٢</sup>)

$$\text{أو } \text{س (سم}^2\text{)} = \text{ثا (٦ - ١٠)} \times \sqrt{\frac{\text{ع ه (ف أ)}}{\text{ت (هرتز)}}}$$

ففي الصفائح المتنازعة نضع رقم ٦  
وفي الصفائح الجيدة نضع رقم ٨  
وفي الصفائح المتوسطة نضع رقم ١٠

$$\text{ومنه نحسب عملياً } \text{س} = ٨ \times \sqrt{\frac{\text{ع ه}}{\text{ت}}}$$

## ٢ - حساب عرض اللسان :

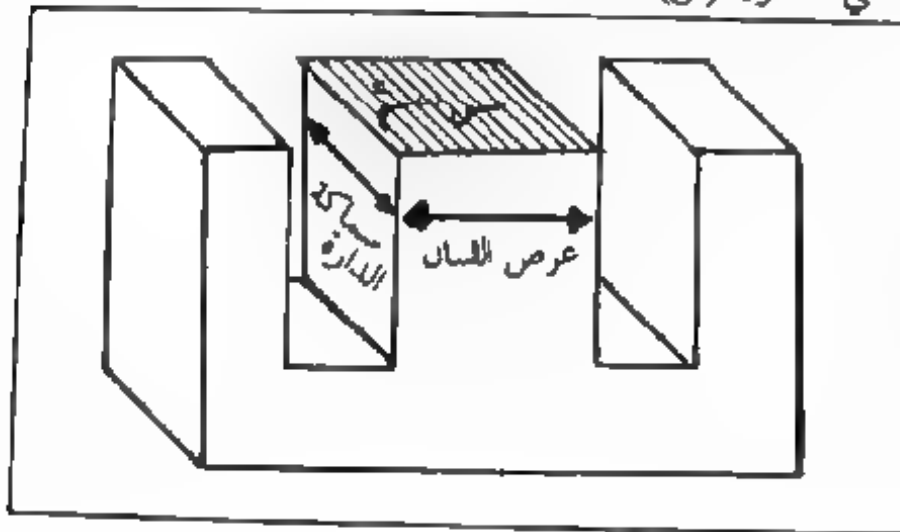
وإذا فرضنا أن أفضل شكل لمقطع الدارة المغناطيسية بشكل مربع فيكون.

$$\sqrt{\text{س}} = \text{عرض اللسان}$$

ونبحث عن أقرب الصفائح من هذا القياس مع اعتبار أن:

طول الصفيحة = ٣ أضعاف عرض اللسان في نوع EI

وإذا لم نجد نفس القياس نبحث عن أقرب قياس للصفائح فإذا كان أطول  
نقلل من سماكة الدارة وإذا كان أصغر نزيد من سماكة الدارة بحيث يكون مقطع  
الدارة المغناطيسية الفعلي مساوياً (س).



حساب مقطع  
الدارة المغناطيسية  
(س بالسم<sup>٢</sup>)  
للمحول الأحادي

### ٣ - حساب سماكة الدارة المغناطيسية

بما أن سماكة الدارة بمقدار ٢٠٪ وذلك لتعويض الصواعق وسماكة العازل بين الصفائح وتعويض الضياع في سماكة عازل البكرة وبذلك نحسب سماكة الدارة المغناطيسية كما يلي:

$$\text{سماكة الدارة المغناطيسية} = \frac{\text{عرض اللسان}}{\text{س}}$$

بما أن الدارة المغناطيسية مع التعويض ٢٠٪ = سماكة الدارة المغناطيسية  $\times 1,2$

### ٤ - عدد صفائح الدارة

$$\text{عدد الصفائح} = \frac{\text{سماكة الدارة المغناطيسية الحقيقية}}{\text{سماكة للصفحة الواحدة}}$$

وهي (٥,٥ مم) عالياً

ب - عدد لفات الفولت: نحسب عملياً بالقانون:

$$\text{عدد لفات الفولت} = \frac{\text{مس ٤٠ إلى ٥٠}}{\text{مس (سم)}}$$

ويتناسب الرقم حسب جودة اللف وسماكة عازل البكرة

$$\frac{40}{\text{مس}} \text{ ويمكن أخذ الرقم الوسطي وهو } =$$

عدد لفات الابتدائي = عدد لفات الفولت  $\times$  التوتر الابتدائي

عدد لفات الثانوي = عدد لفات الفولت  $\times$  التوتر الثانوي

$$\text{عدد لفات التعويض} = \text{عدد لفات الثانوي} \times \frac{5 \text{ إلى } 7}{100}$$

عدد لفات الثانوي الكلية = عدد لفات الثانوي + لفات التعويض

### ج - حساب مقطع وقطر سلك الملف الابتدائي:

يتناسب مقطع السلك مع شدة التيار المارة فيه وكذلك مع كثافة التيار التي

تحملها الناقل.

$$\text{لذلك نحسب شدة التيار الابتدائي} = \frac{\text{استطاعة الدخل (ف أ)}}{\text{التوتر الابتدائي (فولت)}}$$

وستخرج مقطع السلك الابتدائي بالقانون  $E (mm) - \frac{S (A)}{K (mm^2/A)}$

ويمكن القبول بالكثافة من ٣ - ٤ A/mm<sup>2</sup> للمحولات الصغيرة الاستطاعة وكلما كانت الكثافة أقل كان النازل ذو مقطع أكبر وهذا أفضل عملياً رغم زيادة الكلفة

ملاحظة: في المحول الداتي تكون شدة التيار في الملف المشترك تساوي الفرق بين التيارين الأعظمين للإبتدائي والثانوي.

$$Q = \frac{E (mm)}{3.14} \sqrt{2 \times \frac{S (mm^2)}{K}}$$

$$Q = \frac{E}{3.14} \sqrt{2 \times \frac{S}{K}}$$

حساب مقطع وقطر سلك الملف الثانوي:

نحسب شدة التيار الثانوي بالعلاقة التالية:

$$I_2 = \frac{S_2}{K_2}$$

$$E = \frac{S}{K} \quad \text{ويحسب مقطع السلك كما في الإبتدائي}$$

وبنفس الطريقة نحسب قطر السلك الثانوي.

ملاحظة: يمكن الاستعانة بالجدول الخاص بتصميم المحولات توفيراً للوقت والعمليات الحسابية. فنعطينا الجدول التالي قياس الصفائح وسماكة الدارة وعدد الصفائح وعدد لفات الفولت... وغيرها من المعلومات لمحول ما بعد تعيين الاستطاعة المطلوبة.

(جدول المعلومات الأساسية لصنع المحولات المتوسطة الاستطاعة)

نموذج الصفائح	استطاعة ف أ	قياس الصفحة			عدد الصفائح		مقطع سم الدائرة	عدد نقاط للفولت	وزن لنحاس كغ	المواد /	كثافة التيار أ/سم <sup>2</sup>
		الطول سم	سمكة سم	سمكة سم	سمكة ٠.٣٥	سمكة ٠.٥					
EI 70	٢٥	٧٠	٢١,٧	٢٩	٥٨	٢٩	٣,٣٢	١٠,٤٢	٠,٢٢	/٨٣	٢,٩
EI 92	٩٥	٩٢	٣٣,٥	٦	٨٥	٦	٦,٩٢	٥,٠٢	٠,٥٩	/٨٩	٢,٦
EI 106	١٢٥	١٠٦	٣٣,٥	٦٠	٨٥	٦٠	٨,٧٤	٣,٩٨	٠,٦٩	/٩٠	٢,٥
-	٢٥٠	-	٣٧,٧	٦٨	٩٧	٦٨	٩,٨٢	٢,٩٢	١,٧	/٩١	٢,٢
EI 130	٣٢٠	١٣٠	٤١,٧	٧٥	١٠٧	٧٥	١٣,٢	٢,٣١	٢,٠	/٩٢	٢,١
-	٣٧٠	-	٤٧,٧	٨٧	١٢٤	٨٧	١٥,٠	٢,٣١	٢,٩	/٩٢	١,٨
EI 150	٤٥٠	١٥٠	٥١,٧	٩٤	١٣٤	٩٤	١٨,٦	١,٨٦	٣,٢	/٩٣	١,٧
-	٥٥٠	-	٦١,٧	١١٢	١٦٠	١١٢	٢٢,٢	١,٥٦	٣,٥	/٩٣	١,٦
EI 170	٧٥٠	١٧٠	٦٦,٧	١٢	١٧٢	١٢	٢٧,٠	١,٢٨	٥,٠	/٩٤	١,٥
-	٨٥٠	-	٧٦,٧	١٣٨	١٩٧	١٣٨	٣١,١	١,١١	٥,٦	/٩٤	١,٤
EI 195	١٠٠٠	١٩٥	٥٧,٧	١٠٢	١٤٦	١٠٢	٢٨,٦	١,٢١	٧	/٩٤	١,٣٥
-	١٢٥٠	-	٧٠,٧	١٢٦	١٨٠	١٢٦	٣٥,٠	٠,٩٩	٧,٩	/٩٤	١,٢٥
-	١٥٠٠	-	٨٥,٧	١٥٢	٢١٩	١٥٢	٤٢,٤	٠,٨١	٨,٧	/٩٥	١,١٥
EI 231	١٧٥٠	٢٣١	٦٤,٧	١١٧	١٦٧	١١٧	٣٧,٩	٠,٩١	١١,٥	/٩٥	١,١٠
-	٢٠٠٠	-	٨٠,٧	١٤٦	٢٠٩	١٤٦	٤٧,٢	٠,٧٣	١٢,٢	/٩٥	١,٠٥
-	٢٥٠٠	-	٩٩,٧	١٨٠	٢٥٨	١٨٠	٥٨,٥	٠,٥٩	١٤,٥	/٩٥	١

الجدول من كتاب فستمرمان حسب المصطلحات الألمانية ص ١٧٨

مثال عملي:

احسب المعلومات اللازمة لتصميم محول أحادي استطاعة ١٠٠٠ ف أ توتره الابتدائي ٢٣٠ فولت والتوتر الثانوي ١٢٠ فولت (محول ذاتي) يعمل على تردد ٥٠ هرتز كثافة التيار في الملفات لا تتجاوز ٣ أ/سم<sup>2</sup>. علماً بأن الصفائح المتوفرة قياس EI طول ١٥٠ مم أو طول ١٧٠ مم سمكة ٠,٥ مم.

$$١ - \text{حساب الدارة المغناطيسية (مقطع الدارة المغناطيسية) س} = \frac{٤٤}{٥٠} \sqrt{\frac{١٠٠٠}{٥٠}} \times ٨ =$$

$$٣٥,٧ \text{ سم} = \frac{١٠٠٠}{٥٠} \sqrt{\frac{١٠٠٠}{٥٠}} \times ٨ =$$

عرض اللسان (إذا فرضنا مقطع الدارة مربع)  $\sqrt{35,7} = 5,97$  سم  
 طول الصفيحة المطلوب  $17,9 = 3 \times 5,97$  سم  $179$  مم

باعتبار عرض اللسان  $1$  طول الصفيحة نوع EI  
 إذن نستخدم صمغ قياس  $170$  مم

عرض الصفيحة المعتمد  $170 = 56,6$  مم  $5,66$  سم

سماكة الدارة المغناطيسية المطلوب  $35,7 = 5,66 \div 6,3$  سم

سماكة الدارة المغناطيسية  $1,2 \times 6,3 = 7,56$  سم  $75,6$  مم  
 (بعد تعويض  $20\%$  على السماكة)

عدد الصمغ سماكة  $1,5$  مم  $75,6 \div 1,5 = 50,8 = 51$  صفيحة

٢- عدد لفات الفولت  $= \frac{45}{35,7} = 1,26$  لفة/فولت

عدد لفات الابتدائي  $230 \times 1,26 = 290$  لفة (وهي اللفات الكسة للمحول)

عدد لفات الثانوي  $120 \times 1,26 = 151$  لفة

عدد لفات التعويض  $9 = \frac{6 \times 151}{100}$  لفة

عدد لفات الثانوي الكلية (مع التعويض)  $151 + 9 = 160$  (وهي الملف المشترك)

٣- حساب مقطع وقطر الملفات

استطاعة دخل المحول  $\frac{100 \times 1000}{10} = 1111$  واط  
 إذا فرضنا المردود  $90\%$

شدة التيار الابتدائي  $4,83 = \frac{1111}{230}$  أمبير

مقطع سلك الملف الابتدائي إذا كانت الكثافة المقبولة  $3 \text{ A/mm}^2$

$1,61 = \frac{4,83}{3}$  سم<sup>2</sup>

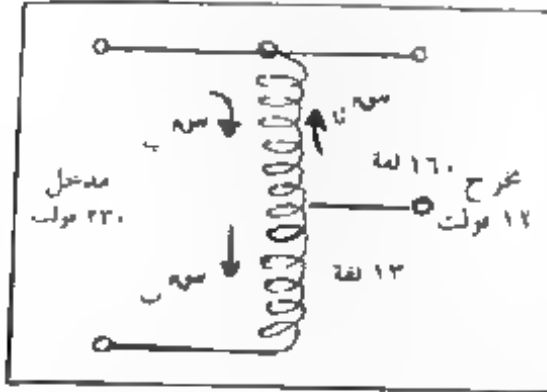
قطر سلك الملف الابتدائي  $\sqrt{\frac{1,61}{3,14}} \times 2 = 1,43$  م  $14,3$  ديزيم

شدة التيار الثانوي  $8,23 = \frac{1000}{120} = \frac{8,33}{1,2}$

فرق شدة التيار (التيار للدار في الملف المشترك)  $8,23 - 4,83 = 3,4$  (لأن المحول ذاتي)

مقطع السلك المشترك  $A = \frac{3.5}{3} = 1.16$

قطر السلك المشترك  $\sqrt{\frac{1.71}{3.14}} \times 2 = 1.2$  سم  $12$  دبريم



ويمكن لف كل الملف بقطر السلك ١٤ دبريم لتجنب وجود وصلات وقياسات متعددة

جدول قياسات صاج المحولات المتوفر وأبعادها نوع EI سماكة ٠,٥ مم

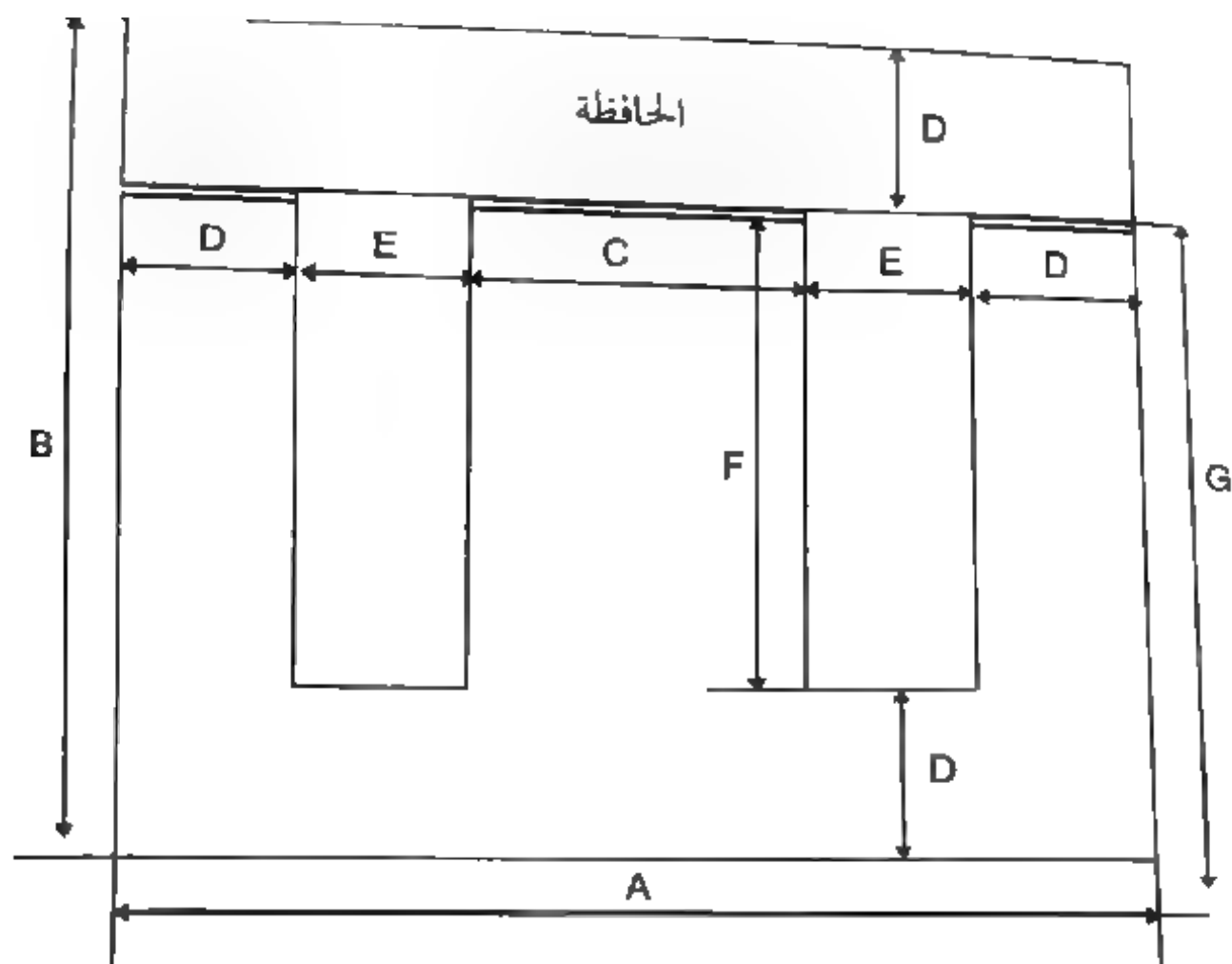
عرض الصفيحة G بطن حافظة	طول اللسان F	فراغ E	عرض اللسان C سم	العرض B سم	الطول A سم	قياس الحديد مم
١٦	١٢	٤	٨	٢٠	٢٤	٢٠٠×٢٤٠
١٢	٩	٣	٦	١٥	١٨	١٥٠×١٨٠
١٠	٧,٥	٢,٥	٥	١٢,٥	١٥	١٢٥×١٥٠
٨,٤	٦,٣	٢,١	٤,٢	١٠,٥	١٢,٦	١٠٥×١٢٦
٧,٢	٥,٤	١,٨	٣,٦	٩	١٠,٨	٩٠×١٠٨
٦,٤	٤,٨	١,٦	٣,٢	٨	٩,٦	٨٠×٩٦
٥,٦	٤,٢	١,٤	٢,٨	٧	٨,٤	٧٠×٨٤
٥	٣,٧٥	١,٢٥	٢,٥	٦,٢	٧,٥	٦٢×٧٥
٤	٣	١	٢	٥	٦	٥٠×٦٠

ونلاحظ أن عرض اللسان =  $\frac{1}{3}$  طول الصفيحة وطول اللسان = ١,٥ عرض اللسان

وعرض كل عمود =  $\frac{1}{6}$  طول الصفيحة

وعرض كل فراغ =  $\frac{1}{6}$  طول الصفيحة



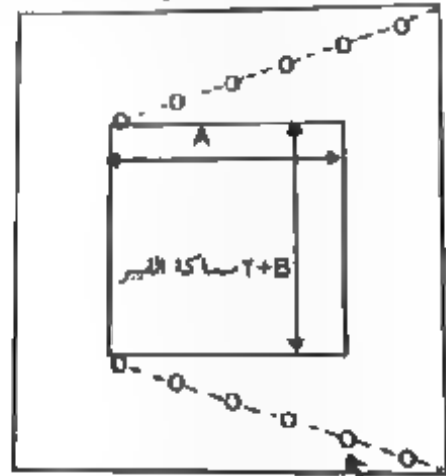
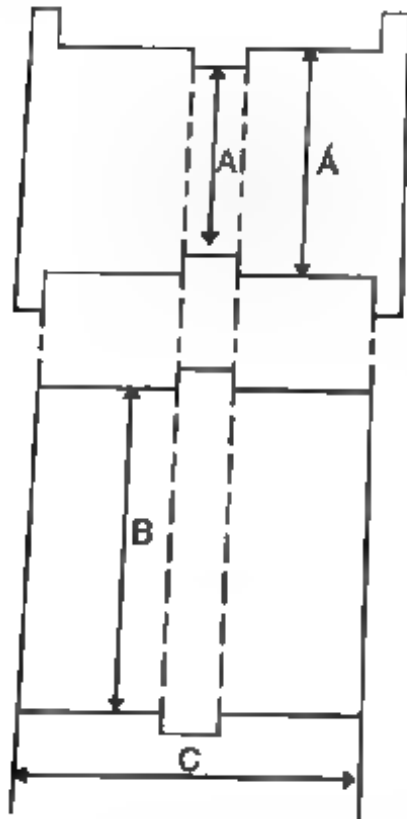


شكل الصفيحة نموذج EI وقياساتها (انظر الجدول)

## صنع بكرة المحول

إن وطبيعة بكرة المحول هو احتواء الملمعات الابتدائية والثانوية معزولة عن بعضها وعن حديد المحول ويجب أن تحقق الشروط التالية.

- ١ - قياسها متناسب مع مقطع الازرة المغناطيسية بحيث لا تكون أصغر أو أكبر
- ٢ - تصنع من مادة عازلة وصلبة وتحمل الحرارة والرطوبة ويستخدم لذلك الفيبر أو البيكاليت أو البلاستيك الحراري في المحولات الصغيرة.
- ٣ - يزداد تماسكها مع اللف.
- ٤ - لا تحتوي أي مواد لاصقة قد تعجل في احتراق المحول.



ثقوب خروج أطراف الملمعات

$$A = \text{عرض اللسان} + (1 - 2) \text{ مم}$$

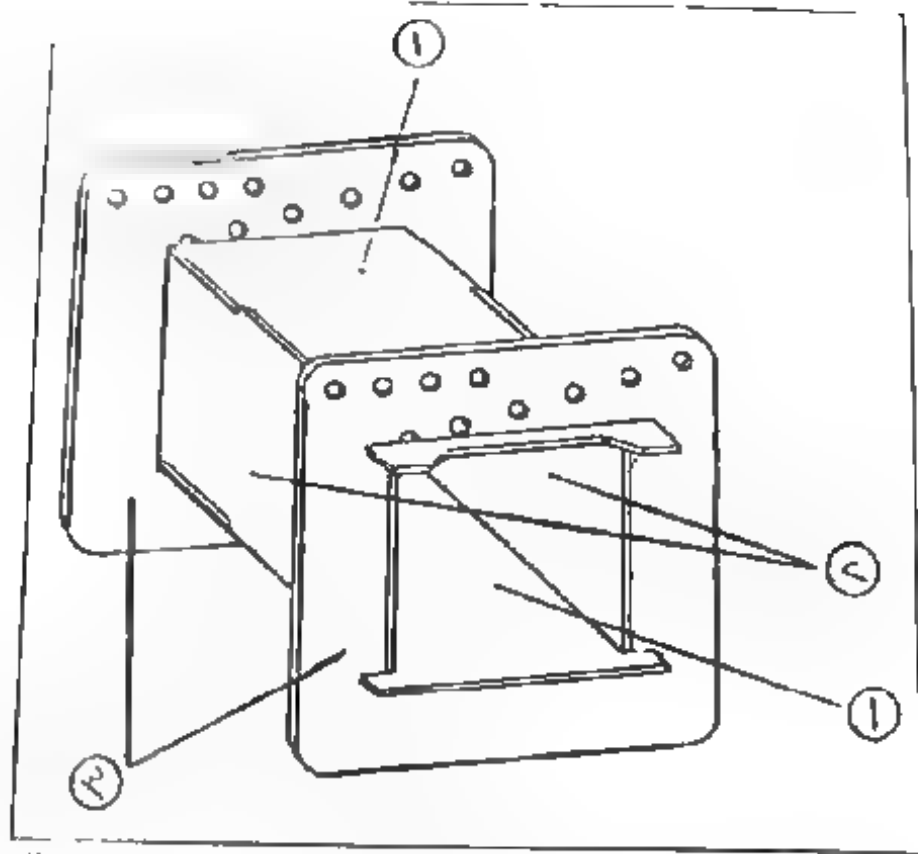
$$B = \text{سماعة الدارة المغناطيسية}$$

$$C = \text{طول اللسان} - (1 - 2) \text{ مم}$$

$$A = \text{عرض اللسان} + 2 + A \text{ (سماعة الفيبر)}$$

نموذج صنع بكرة محول من فيبر أو بيكاليت

- ١ - كل جزء قطعتين.
- ٢ - يستخدم مقص خياطة أو مشرط لتشكيل الفيبر اللين ويستخدم مشمار ومبرد ومثقب لتشكيل البيكاليت القاسي.



- نموذج بكرة محول فيبر أو بيكاليت مركبة من ٦ قطع كل قطعتين متقابلتين متماثلتين
- ١ - السطح الداخلي كل قطعة لها برور من الطرف لتثبيت جدار البكرة
  - ٢ - السطح الداخلي بعشق مع السطح ١.
  - ٣ - الجدارين مع ثقب مع خروج الأطراف وتثبيتها.

### ورنشة المحول:

يفصل بعد لف المحول وتركيب الصفائح ورسها وتثبيتها أن نعطي المحول في ورنش ساخن لفترة كافية ليتعمل الورنيش داخل الملمعات وفي فراغات الدارة للمناطيسية ثم يرفع ويترك ليتساقط الورنيش الزائد ثم يوضع في فرن حاص ليحذف الورنيش أو يترك في أشعة الشمس أو تحت مصباح لنفس العاية.

إن فائدة الورنشة - كما في المحرك - هي تغطية أماكن تخرش العازل وتحسين التبادل الحراري بين الملفات والهواء الخارجي وحماية الملفات من دخول نقاط الماء للرطوبة. وكذلك في تماسك الصفائح ومنعها من الاهتزاز وإصدار صوت أزيز.

## أعطال المحول: يتعرض المحول للأعطال لعدة أسباب منها

- ١ - زيادة الحمل في الملف الثانوي
- ٢ - ارتفاع توتر الابتدائي.
- ٣ - تلامس بين ملفات الابتدائي والثانوي أو بين الملفات والحديد
- ٤ - ارتفاع حرارة المحول بسبب التشغيل الطويل ونقص التهوية أو التبريد.
- ٥ - تسرب الماء أو الرطوبة إلى الملفات.
- ٦ - قصر بين بعض ملفات الابتدائي أو مع ملفات الثانوي مما يرفع حرارة الملفات المقصورة ويتلف العازل.
- ٧ - انقطاع في الملفات الداخلية.
- ٨ - عكس المحول وتغذية الملف الثانوي بالتوتر الأعلى بدل الابتدائي، علماً أن المحول قابل للعكس، أي يمكن تغذية الثانوي بالتوتر المناسب له فيعطي الابتدائي التوتر الخاص به مع بعض النقص نظراً لوجود لفات التعويض في الملف الأول.

## كشف الأعطال في المحول:

- ١ - يستخدم مجال الأوم لفحص استمرارية الملفات وكشف انقطاعها وخاصة الملفات ذات الأسلاك الصغيرة القطر مثل محولات الجهد العالي أو الصغيرة الإستطاعة. ويجب ملاحظة أن المحول الذاتي يتصل أطرافه الابتدائية والثانوية أي تعطي مقاومة صغيرة في كل الأطراف أما المحول العادي فملفاته الابتدائية منفصلة كهربائياً عن الملفات الثانوية.
- ٢ - يستخدم مقياس الفولت للتأكد من التوتر الثانوي بعد فصل الأحمال ومع وجودها ويكون فرق التوتر بين الحالتين صغيراً.
- ٣ - يستخدم مقياس أمبير أو ميلي أمبير لقياس شدة تيار اللاحمل في الملف الابتدائي ويكون صغيراً ما أمكن.
- ٤ - في المحولات الثلاثية يجب التأكد من التوصيل في الابتدائي والثانوي وكذلك وجود الفازات الثلاث وجهودها المتساوية في المدخل وفي المخرج. ووجود التماثل في الملفات الثلاث للإبتدائي والثانوي. مع ملاحظة أن خطأ توصيل بداية عوضاً عن نهاية ملف منها يؤدي لعدم صحة التوصيل والتوتر. ويعطل المحول بسبب تعاكس المغناطيسية في الملف المعكوس وله طريقة خاصة للتوصيل ليتحقق التطابق مع المحولات الثلاثية الأخرى في الشبكة.

# الفصل الثالث

## المنظمات الكهربائية

### المنظم وهبوط التوتر:

المنظم الكهربائي هو جهاز يعمل على رفع أو خفض توتر الشبكة لجعله دائماً مناسباً للتوتر الاسمي للآلات (١١٠ أو ٢٢٠ فولت) بطريقة يدوية أو آلية. وغالباً ما يكون المنظم رافعاً لجهد الشبكة لأن توتر الشبكة يتعرض لهبوط في الحالات التالية:

- ١ - يزداد الهبوط كلما زادت المسافة بين المستهلك ومركز التوزيع (زيادة مقاومة الخطوط).
  - ٢ - يزداد الهبوط كلما زادت شدة تيار الحمل.
- وبذلك يظهر أن التوتر يختلف بين ساعة وأخرى ويوم وآخر، ففي المناطق السكنية يزداد الهبوط في ساعات انتشغيل المسائية وفي أيام الحر أو البرد الشديد الذي يستدعي تشغيل أجهزة التكييف والتبريد أو أجهزة التسخين والتدفئة. وأيام العطل والأعياد يختلف الاستهلاك عن بقية الأيام.
- وفي المناطق الصناعية يزداد هبوط التوتر في ساعات العمل ثم يعود التوتر قريباً من النظامي عند انتهاء ساعات العمل.

وبحسب هبوط التوتر بالقانون التالي:

$$\Delta F = \frac{M \times S \times 2}{1000}$$

فولت      أوم      أمبير

حيث  $\Delta F$  = هبوط التوتر في الخطوط (فولت)

$M$  = مقاومة الخط (أوم)

$S$  = شدة التيار في الخط (أمبير)

ومن المعلوم أن مقاومة الخط  $M = \frac{L \times \rho}{A}$

ع

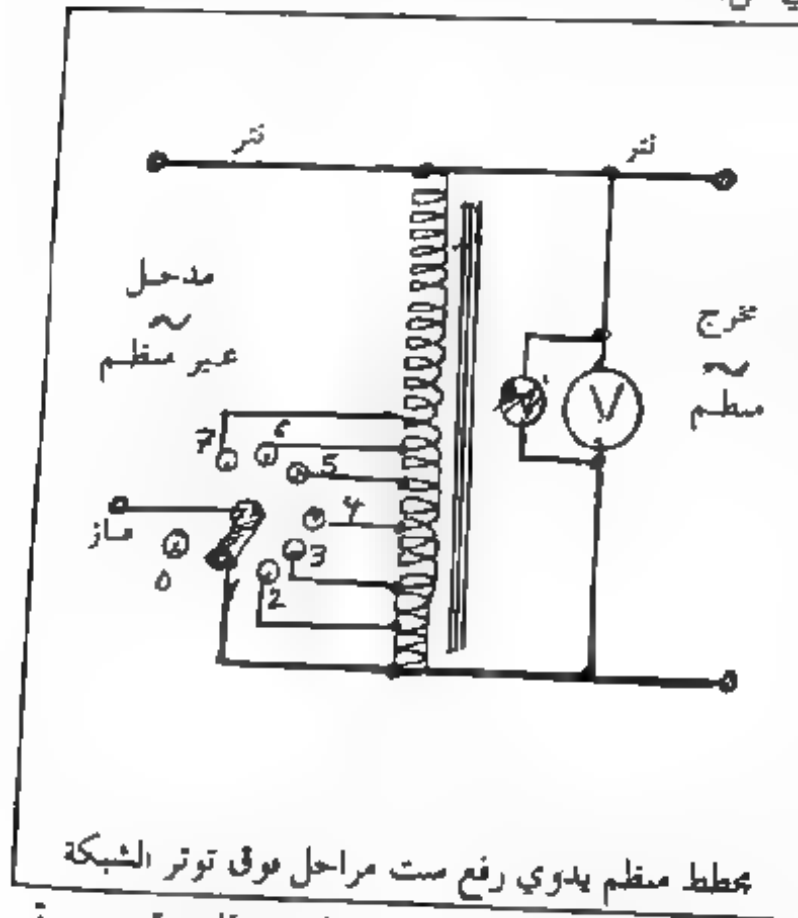
حيث : ن = المقاومة النوعية لمعدن الخط أوم/مم<sup>2</sup>/م. ل = طول الخط (متر)  
ع = مقطع الخط (مم<sup>2</sup>)

### أنواع المنظمات:

- ١ - منظمات يدوية. (دات مقياس فولت ومبدلة رفع أو خفض التوتر حسب الفروم).
- ٢ - منظمات نصف آلية (تعطي إندار عند ارتفاع لتوتر الزائد أو تفصل المنظم عن التيار عند ارتفاعه وتصل الآخذات بالشبكة مباشرة)
- ٣ - منظمات أوتوماتيكية (دات محرك أو ذات ربيات). تقوم برفع التوتر أو خفضه لتحافظ على توتر نظامي في الاحداث

### ١ - المنظم اليدوي:

إن المنظم اليدوي هو عبارة عن محول ذاتي متعدد المداخل يحتوي على مبدلة مرقمة (0 1 2 3 4 5 6 7) ومنها يمكن رفع أو خفض التوتر الخارج من المنظم على مراحل. ويظهر مقياس الفولت التوتر الخارج من المنظم إلى الآخذات كـ في الشكل. ويتألف المنظم اليدوي من:



١ - دائرة مغناطيسية (صفائح محول) متناسبة مع الاستطاعة.

٢ - ملفات ابتدائية وثانوية (محول ذاتي يرفع من ١٦٠ - ٢٢٠ فولت أو حسب المطلوب).

٣ - مبدلة سبع وضعيات مع وضعية (صفر) لقطع التيار عن المنظم.

٤ - مقياس فولت لمخرج المحول (٢٥٠ف-).

٥ - مصباح إشارة ٢٢٠ فولت - ناطع ديجيتور - مغناطيسي حراري - قاصمة منصهرة.

### عمل المنظم اليدوي:

يوصل المنظم في بداية الشبكة المطلوب تنظيم توترها إذا كان المطلوب تنظيم التوتر لحزن أو محل تجاري أو صناعي أو أي مستهلك. ويمكن أن يستعمل المنظم للجهد واحد أو أكثر (براد - كمبيوتر ..)  
يوصل مدخل الجهد مع الشبكة مباشرة ويوصل مخرجه إلى الاسلاك ، غالباً يوجد خط مشترك بين المدخل والمخرج هو خط الحيادي (انتر)

### عمل المبدلة:

عندما تكون المبدلة في الوضعية 0 يكون تيار الشبكة غير واصل إلى معدات المنظم وبالتالي توتر المخرج = 0 ، صفر.

المبدلة في الوضعية 1 يكون توتر المخرج مساوياً لتوتر المدخل.

المبدلة في الوضعية 2 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + 10 إلى 15 ف أو هو توتر الفات بين النقطة 2-1

المبدلة في الوضعية 3 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + 20 إلى 25 ف أو هو توتر الفات بين النقطة 3-1

المبدلة في الوضعية 4 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + 30 إلى 35 ف أو هو توتر الفات بين النقطة 4-1

المبدلة في الوضعية 5 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + 40 إلى 45 ف أو هو توتر الفات بين النقطة 5-1

المبدلة في الوضعية 6 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + 50 إلى 55 ف أو هو توتر الفات بين النقطة 6-1

المبدلة في الوضعية 7 يكون توتر المخرج = توتر المدخل + 60 إلى 65 ف أو هو توتر الفات بين النقطة 7-1

ملاحظة: يجب أن تكون المبدلة معدة لتحمل شدة التيار العظمى المار فيها وعادة يسجل عليها التيار والتوتر الذي تتحمله.

وللمبدلة مخطط يبين أرقام تماساتها أو تفحص تماساتها خطوة خطوة حيث توجد نقطة رئيسية ونقط فرعية تغلق كل منها مع كل تغيير في وضعية المبدلة تظهر على مجال الأوم في الآفومتر أو عن طريق مصباح السيري.

### اختيار استضافة المعلم الدوري

يجب أن لا تجد الاستطاعة الظاهرة بالاعمال ، كسير وذلك بحرفة عامل الاستطاعة  
(C)S(P) المسجل من او في المحلة //

مثال:  $1.018, 1.014, 1.012, 1.010, 1.008, 1.006, 1.004, 1.002, 1.000, 0.998, 0.996, 0.994, 0.992, 0.990, 0.988, 0.986, 0.984, 0.982, 0.980, 0.978, 0.976, 0.974, 0.972, 0.970, 0.968, 0.966, 0.964, 0.962, 0.960, 0.958, 0.956, 0.954, 0.952, 0.950, 0.948, 0.946, 0.944, 0.942, 0.940, 0.938, 0.936, 0.934, 0.932, 0.930, 0.928, 0.926, 0.924, 0.922, 0.920, 0.918, 0.916, 0.914, 0.912, 0.910, 0.908, 0.906, 0.904, 0.902, 0.900, 0.898, 0.896, 0.894, 0.892, 0.890, 0.888, 0.886, 0.884, 0.882, 0.880, 0.878, 0.876, 0.874, 0.872, 0.870, 0.868, 0.866, 0.864, 0.862, 0.860, 0.858, 0.856, 0.854, 0.852, 0.850, 0.848, 0.846, 0.844, 0.842, 0.840, 0.838, 0.836, 0.834, 0.832, 0.830, 0.828, 0.826, 0.824, 0.822, 0.820, 0.818, 0.816, 0.814, 0.812, 0.810, 0.808, 0.806, 0.804, 0.802, 0.800, 0.798, 0.796, 0.794, 0.792, 0.790, 0.788, 0.786, 0.784, 0.782, 0.780, 0.778, 0.776, 0.774, 0.772, 0.770, 0.768, 0.766, 0.764, 0.762, 0.760, 0.758, 0.756, 0.754, 0.752, 0.750, 0.748, 0.746, 0.744, 0.742, 0.740, 0.738, 0.736, 0.734, 0.732, 0.730, 0.728, 0.726, 0.724, 0.722, 0.720, 0.718, 0.716, 0.714, 0.712, 0.710, 0.708, 0.706, 0.704, 0.702, 0.700, 0.698, 0.696, 0.694, 0.692, 0.690, 0.688, 0.686, 0.684, 0.682, 0.680, 0.678, 0.676, 0.674, 0.672, 0.670, 0.668, 0.666, 0.664, 0.662, 0.660, 0.658, 0.656, 0.654, 0.652, 0.650, 0.648, 0.646, 0.644, 0.642, 0.640, 0.638, 0.636, 0.634, 0.632, 0.630, 0.628, 0.626, 0.624, 0.622, 0.620, 0.618, 0.616, 0.614, 0.612, 0.610, 0.608, 0.606, 0.604, 0.602, 0.600, 0.598, 0.596, 0.594, 0.592, 0.590, 0.588, 0.586, 0.584, 0.582, 0.580, 0.578, 0.576, 0.574, 0.572, 0.570, 0.568, 0.566, 0.564, 0.562, 0.560, 0.558, 0.556, 0.554, 0.552, 0.550, 0.548, 0.546, 0.544, 0.542, 0.540, 0.538, 0.536, 0.534, 0.532, 0.530, 0.528, 0.526, 0.524, 0.522, 0.520, 0.518, 0.516, 0.514, 0.512, 0.510, 0.508, 0.506, 0.504, 0.502, 0.500, 0.498, 0.496, 0.494, 0.492, 0.490, 0.488, 0.486, 0.484, 0.482, 0.480, 0.478, 0.476, 0.474, 0.472, 0.470, 0.468, 0.466, 0.464, 0.462, 0.460, 0.458, 0.456, 0.454, 0.452, 0.450, 0.448, 0.446, 0.444, 0.442, 0.440, 0.438, 0.436, 0.434, 0.432, 0.430, 0.428, 0.426, 0.424, 0.422, 0.420, 0.418, 0.416, 0.414, 0.412, 0.410, 0.408, 0.406, 0.404, 0.402, 0.400, 0.398, 0.396, 0.394, 0.392, 0.390, 0.388, 0.386, 0.384, 0.382, 0.380, 0.378, 0.376, 0.374, 0.372, 0.370, 0.368, 0.366, 0.364, 0.362, 0.360, 0.358, 0.356, 0.354, 0.352, 0.350, 0.348, 0.346, 0.344, 0.342, 0.340, 0.338, 0.336, 0.334, 0.332, 0.330, 0.328, 0.326, 0.324, 0.322, 0.320, 0.318, 0.316, 0.314, 0.312, 0.310, 0.308, 0.306, 0.304, 0.302, 0.300, 0.298, 0.296, 0.294, 0.292, 0.290, 0.288, 0.286, 0.284, 0.282, 0.280, 0.278, 0.276, 0.274, 0.272, 0.270, 0.268, 0.266, 0.264, 0.262, 0.260, 0.258, 0.256, 0.254, 0.252, 0.250, 0.248, 0.246, 0.244, 0.242, 0.240, 0.238, 0.236, 0.234, 0.232, 0.230, 0.228, 0.226, 0.224, 0.222, 0.220, 0.218, 0.216, 0.214, 0.212, 0.210, 0.208, 0.206, 0.204, 0.202, 0.200, 0.198, 0.196, 0.194, 0.192, 0.190, 0.188, 0.186, 0.184, 0.182, 0.180, 0.178, 0.176, 0.174, 0.172, 0.170, 0.168, 0.166, 0.164, 0.162, 0.160, 0.158, 0.156, 0.154, 0.152, 0.150, 0.148, 0.146, 0.144, 0.142, 0.140, 0.138, 0.136, 0.134, 0.132, 0.130, 0.128, 0.126, 0.124, 0.122, 0.120, 0.118, 0.116, 0.114, 0.112, 0.110, 0.108, 0.106, 0.104, 0.102, 0.100, 0.098, 0.096, 0.094, 0.092, 0.090, 0.088, 0.086, 0.084, 0.082, 0.080, 0.078, 0.076, 0.074, 0.072, 0.070, 0.068, 0.066, 0.064, 0.062, 0.060, 0.058, 0.056, 0.054, 0.052, 0.050, 0.048, 0.046, 0.044, 0.042, 0.040, 0.038, 0.036, 0.034, 0.032, 0.030, 0.028, 0.026, 0.024, 0.022, 0.020, 0.018, 0.016, 0.014, 0.012, 0.010, 0.008, 0.006, 0.004, 0.002, 0.000$  فتكون الاسطوانة  $(0, \pi)$  التي يجب حسابها  $\frac{\pi}{2}$  ناي

حسب الاستهلاك  $250 = \frac{1}{3} \times 750 = 250$  ل.ب.

الاستطاعة الظاهرية بالواط  $\text{W} = \frac{240}{350} \text{ ف أ}$

وبفضل إذا ذلك المبدأ ، ان ، أحد أن تحسب الاستعانة الطاهرية العقلية ،  
للمحرك عند الإفلاح ، وذلك كما يلي :

الاستقطاب المدمرة للإقلاع - توتر المحرك  $\times$  شدة التيار بالإقلاع

و شدّة تيار الإقلاخ المرافق له (٢-٥ أضعاف) تيار الحمل الكامل للمحرك

**تصميم منظم يدوي:**

توتر المدخل (١٦٠.٢٢٠ ف) توتر المخرج (٢٢٠ ف) الاستطاعة (٤٠٠٠ ف أ) -

التردد (٥٠ هرتز) - المعدل المفعلة قياس (١٥٠x١٢٥مم) أو (١٨٠x١٥٠مم) سماكة (٠,٥مم) كثافة التيار في الأسلاك لا تزيد عن (٤٤مم<sup>2</sup>).

الحل: بما أن معدل المخطط دس فإن حساب الدارة المغناطيسية يتم على نسبة

الاستطاعة الموافقة للنمو الذي يرفعه وهي:  $160 - 220 = 600 \times \frac{160 - 220}{220} = 1090$  ف

مقطع الدائرة المماسية من  $\sqrt{\frac{a}{n}}$  × ٨ =

$$r_{\text{max}} = 27,20 - \frac{1,90}{2} \sqrt{\frac{1}{2}} \times 1 = 26,25$$

عرض اللسان  $\sqrt{37,35} = 6,1$  سم

سماكة الدارة للصفائح  $1.5 \times 1.25$  والتي عرض اللسان فيها  $\frac{1.5}{3} = 0.5$  مم -  $0.5$  سم

$$\mu_{Y,0} = \frac{\sum Y_i P_i}{\sum P_i}$$



مسافة الدارة بعد التعويض  $/ ٢٠$   $١,٢ \times ٧,٥ = ٩ - \text{سم} - ٩٠ \text{ مم}$   
 عدد الصفائح التقريبي (مسافة  $٠,٥ \text{ مم}$ )  $١٨٠ = ٠,٥ \div ٩٠$  صفيحة  
 مساحة المنارة لصفائح فيس (١٥٠ × ١٨٠) والتي عرض السلك فيها  $\frac{١٨٠}{٣} = ٦٠ \text{ مم} - ٦ \text{ سم}$

$$\text{سم} ٦,٢ = \frac{٣٧,٣٥}{٦}$$

مسافة الدارة بعد التعويض  $/ ٢٠$   $١,٢ \times ٦,٢ = ٧,٤ - \text{سم} - ٧٤ \text{ مم}$   
 عدد الصفائح التقريبي مسافة  $٠,٥ \text{ مم}$   $١٤٨ = ٠,٥ \div ٧٤$  صفيحة

### حساب عدد اللفات

$$\text{عدد لفات الفولت} = \frac{٤٥}{٣٧,٣٥} = ١,٢ \text{ لفة / فولت}$$

عدد اللفات المشتركة حتى ١٦٠ فولت  $١٦٠ \times ١,٢ = ١٩٢$  لفة

عدد اللفات بين كل مرحلة وأخرى لتوتر ١٠ فولت  $١٠ \times ١,٢ = ١٢$  لفة

عدد اللفات الكلية حتى ٢٢٠ فولت  $٢٢٠ \times ١,٢ = ٢٦٤$  لفة

### حساب مقطع وقطر السلك

يُحسب على الاستطاعة الكلية للمنظم مع اعتبار المردود التقريبي (٩٠٪)

$$\text{شدة التيار الابتدائي في أضعف توتر} = \frac{٤٤٠٠}{١٦٠} = ٢٧,٥ \text{ A}$$

$$\text{شدة التيار التسوي في التوتر ٢٢٠ فولت} = \frac{٤٠٠٠}{٢٢٠} = ١٨,١٨ \text{ A}$$

$$\text{شدة التيار في الملفات المشتركة} = ٢٧,٥ - ١٨,١٨ = ٩,٣٢ \text{ A}$$

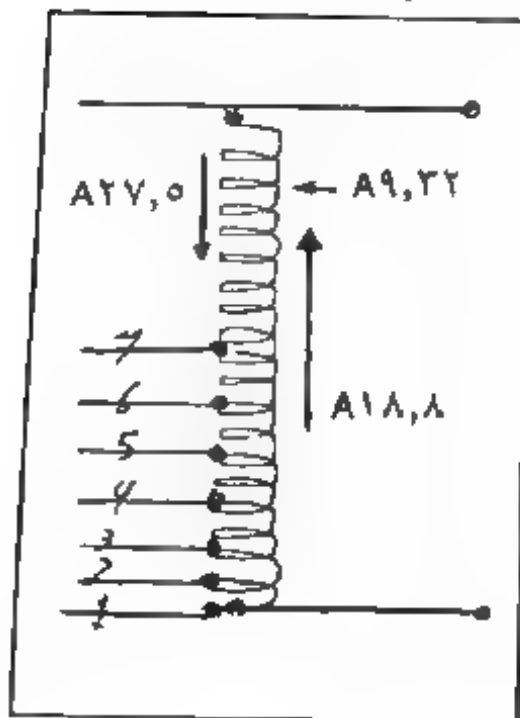
$$\text{مقطع سلك للملف المشترك} = \frac{٩,٣٢}{٤} = ٢,٣٣ \text{ مم}^2$$

$$\text{مقطع سلك للملفات الرفع} = \frac{١٨,١٨}{٤} = ٤,٥٤ \text{ مم}^2$$

$$\text{قطر السلك للملف المشترك} = ٢ \times \sqrt{\frac{٢,٣٣}{٣,١٤}} = ١,٧ \text{ مم} = ١٧ \text{ ديزيم}$$

$$\text{قطر السلك للملفات الرفع} = ٢ \times \sqrt{\frac{٤,٥٤}{٣,١٤}} = ٢,٤ \text{ مم} = ٢٤ \text{ ديزيم}$$

ويمكن لف كل ملفات المنظم بالسلك ٢٤ ديزيم ولا يتغير عدد اللفات.



إذا اعتبرت كثافة التيار المقبولة في الملفات ٨٣ أمم<sup>٢</sup>/م<sup>٢</sup> فمحص حمل المنظم بساعات العمل الضوئية مع وجود الأحمال بشكل مستمر. وتكون مقايص الملفات كما يلي

$$\text{مقطع السلك للملف المشترك} = \frac{9,32}{3} = 3,1 \text{ مم}^2 = \text{قطر } 20 \text{ ديزيم}$$

$$\text{مقطع السلك للملفات الرفع} = \frac{18,18}{3} = 6,06 \text{ مم}^2 = \text{قطر } 27,70 \text{ ديزيم}$$

$$\text{أي } 28 \text{ ديزيم}$$

### مميزات ومساوئ المنظم اليدوي:

إن المنظم اليدوي يحتاج إلى مراقبة مستمرة خشية ارتفاع أو انخفاض التوتر بشكل مفاجيء. ويعبر في وصية المبدلة لجعل التوتر الخارج بين (٢٠٠ - ٢٢٠ ف) وإهمال المراقبة قد يؤدي خطر ارتفاع التوتر فيصير بالأجهزة أو يعطلها وهناك حصر انخفاض التوتر كثيراً فلا تعمل الأجهزة بشكل مناسب وخاصة إذا كان الجهاز محرك براد أو غيره فقد لا يقلع ويحترق.

ومن مميزات المنظم اليدوي إمكانية التدرج في رفع أو خفض الجهد بست مراحل قد تكون متساوية (١٠ فولت) لكل مرحلة أو مختلفة والمرحلة الأولى (١٥ فولت) والأخيرة (١٥ ف) والمراحل الأخرى كل مرحلة من (٨ - ١٠ فولت).

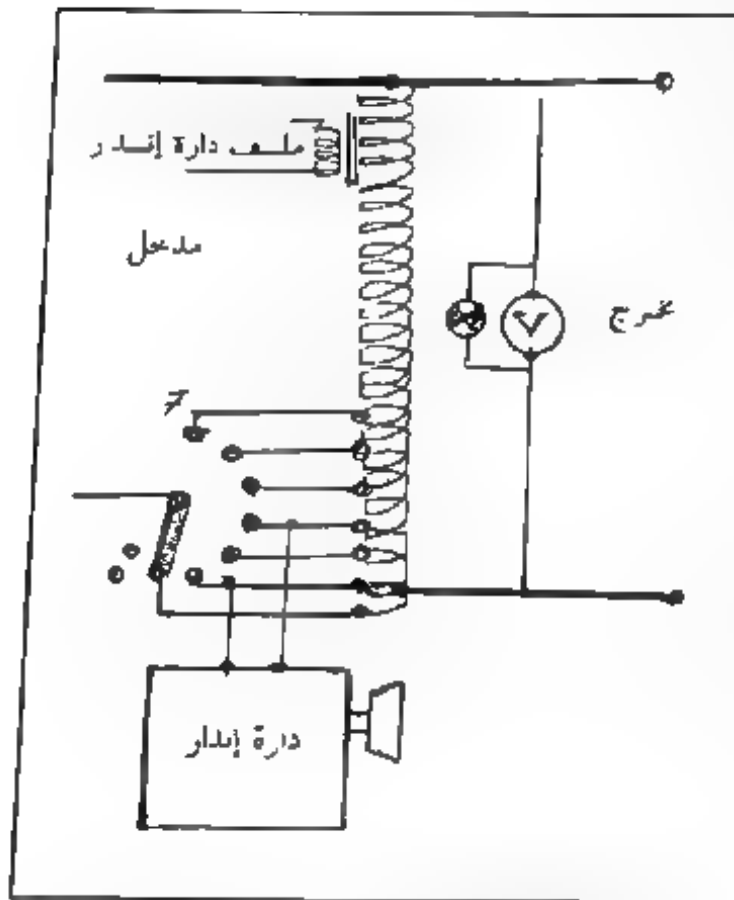
جدول الحساب العملي لمنظمات رفع التوتر من (١٦٠ ف إلى ٢٢٠ ف) مع مبدلة (٧ مراحل) أو أنوماتيك بأسلاك نحاسية تهوية طبيعية ٤ أمم<sup>٢</sup>/م<sup>٢</sup>

الاستطاعة الاسمية VA	الاستطاعة المرفوعة VA	قياس الصفائح مم	مقطع الدارة الخطية سم <sup>٢</sup>	مساحة الدارة الخطية مم <sup>٢</sup>	عدد لفات الفولت	عدد لفات المشترك ١٦٠ ف	عدد لفات الرفع ٢٢٠ ف	قطر الملف المشترك ديزيم	قطر الملف لمرحلة الرفع ديزيم
٢٠٠٠	٥٥٠	١٠٠ × ١٢٦ ١٢٥ × ١٥٠	٢٦,٥	٧,٥ ٦,٣	١,٧	٢٧٢	١١٢	١١	١٧
٣٠٠٠	٨٢٥	١٠٠ × ١٢٦ ١٢٥ × ١٥٠	٣٢,٥	٩ ٧,٨	١,٤	٢٢٤	٩٢	١٣	٢١
٤٠٠٠	١١٠٠	١٢٥ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٨٠	٣٧,٥	٧,٥ ٩	١,٢	١٩٢	٧٩	١٥	٢٤
٥٠٠٠	١٤٠٠	١٢٥ × ١٥٠ ١٥٠ × ١٨٠	٤٢,٥	١٠,٢ ٨,٤	١,٠٥	١٦٨	٦٩	١٧	٢٦
٦٠٠٠	١٧٠٠	١٥٠ × ١٨٠	٤٧	٩,٣	٠,٩٥	١٥٢	٦٢	١٨	٢٠
٨٠٠٠	٢٢٠٠	١٥٠ × ١٨٠	٥٣	١٠,٥	٠,٨٤	١٣٤	٥٥	٢١	٢٤
١٠٠٠٠	٢٨٠٠	١٥٠ × ١٨٠ ١٨٠ × ٢٤٠	٦٠	١٢ ٩	٠,٧٥	١٢٠	٥٠	٢٣	٢٨

### المنظم النصف أوتوماتيك: بدارة (إندار صوتية)

يضاف على المنظم اليدوي داره إلكترونية أو أكثر وظيفتها إصدار صوت إنذار بحرس أو مكبر صغير يعمل عند ارتفاع التوتر إلى قيمة معينة خطيرة. توصل هذه الدارة مع جزء من توتر المخرج (١٢ أو ٢٤ فولت) أو مع توتر المخرج الكلي (٢٢٠ فولت) وتضبط بواسطة مقاومة متغيرة فيها لتعمل عند التوتر المعين. ويمكن أن تعدى دارة الإنذار من ملف مستقل معروف على ملفات المنظم وعدد لفاته مناسب لتغذية اللوحة من (٢٤ - ٢٨ فولت) مثلاً وفي اللوحة دارة تقويم للتيار المتناوب وجعله مستمراً تقريباً.

### المنظم النصف أوتوماتيك (برييه إعادة لشبكة)



وهو منظم يدوي أيضاً له دارة إلكترونية تغذي ريليه مغناطيسية تعمل على قطع التيار عن المنظم ووصل الأحمال بالشبكة عند ارتفاع التوتر إلى جهد معين أعلى من النظامي. إن الاحتمال توصيل إلى الشبكة مباشرة دون منظم وهذا يحمي الأجهزة من خطر ارتفاع التوتر لأي سبب كان.

### الريليه المغناطيسية

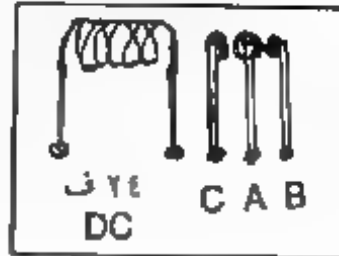
(الحاكمة المغناطيسية):

تتألف من ملف يغذى بتوتر كهربائي فيتولد فيه تحريض مغناطيسي يؤدي إلى تلامس أو تباعد نقطتي تماس أو تباعد نقطة تماس وتلامس نقطة تماس غيرها.

↑ منظم نصف أوتوماتيك بدارة إنذار  
ارتفاع التوتر تعدى من ملفات  
الرفع أو من الملف الإضافي

→ ريليه مغناطيسية

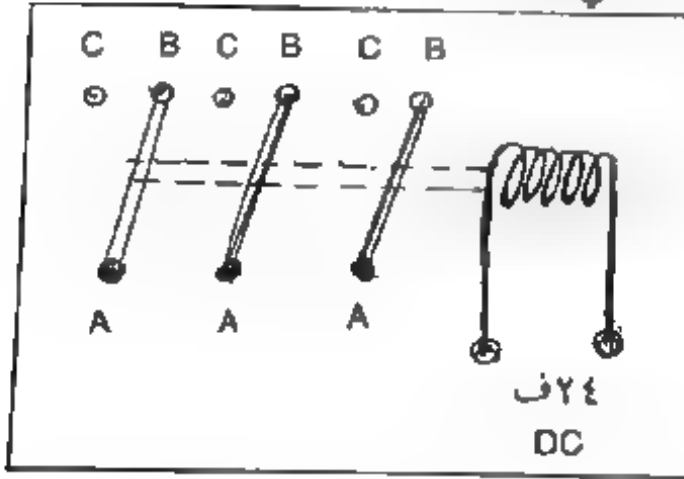
ثلاث تلامسات



وأغلب هذه الريليات ثلاثية التماسات مرتبطة بـ ١٢٠٠ مع بعضها بمفصل ٢٠٠٠٠٠٠  
معاً. ففي حالة عدم وجود توتر على الملف تحول ثلاث التماسات ملاصقة مع ثلاث  
أخرى ومفصلة عن ثلاث غيرها وعند تعدي الملف بالتوتر اللازم تفصل التماسات  
الملاصقة وتتلامس مع المفصلة عنها أي أن مجموع التماسات عدده تسعة فيمكن  
استخدام مجموعة واحدة من هذه التماسات (٣) أو يستخدم الثلاث مجموعات  
وبذلك تتمكن من مضاعفة شدة التيار التي يتحملها كل مجموعة إلى ثلاث مرات  
فإذا كان كل تماس يتحمل (١٠ A) فالتماسات سحمن (٣٠ أمبير) إذا وصلت كل  
ثلاث مع بعضها البعض.

### مواصفات الريلية (الحاكمة المغناطيسية):

وتختلف الريليات عن بعضها بما يلي:



ريليه مغناطيسية ثلاثية

١ - توتر الملف (٦-١٢ - ٢٤ف)

وتعمل على التيار المستمر  
ليكون التأثير المغناطيسي قوياً.

ب - شدة التيار الذي يتحملة  
كل تماس بالأمبير.

ج - توتر العزل لنقاط التماس  
وهو محدود (٢٥٠ فولت)

متناوب.

تعطى الريليه بعلاف بلاستيكي شفاف يظهر حركة التماسات وبمكس رفعه  
عن الريليه ليتمكن تنظيف وصيانة نقاط التماس عند اللزوم وبعض الريليات له  
قاعدة مستقلة تلحم على الدارة ليتمكن تركيب الريليه أو فكها بسهولة على هذه  
القاعدة الثابتة.

### المنظم الأتوماتيكي (الآلي):

يعمل هذا المنظم على تأمين توتر ثابت تقريباً في مخرجه مهما تغير توتر المدخل  
ضمن قيمة محددة، وبشكل آلي دون تدخل المستخدم. وله نوعان أساسيان شائعان:

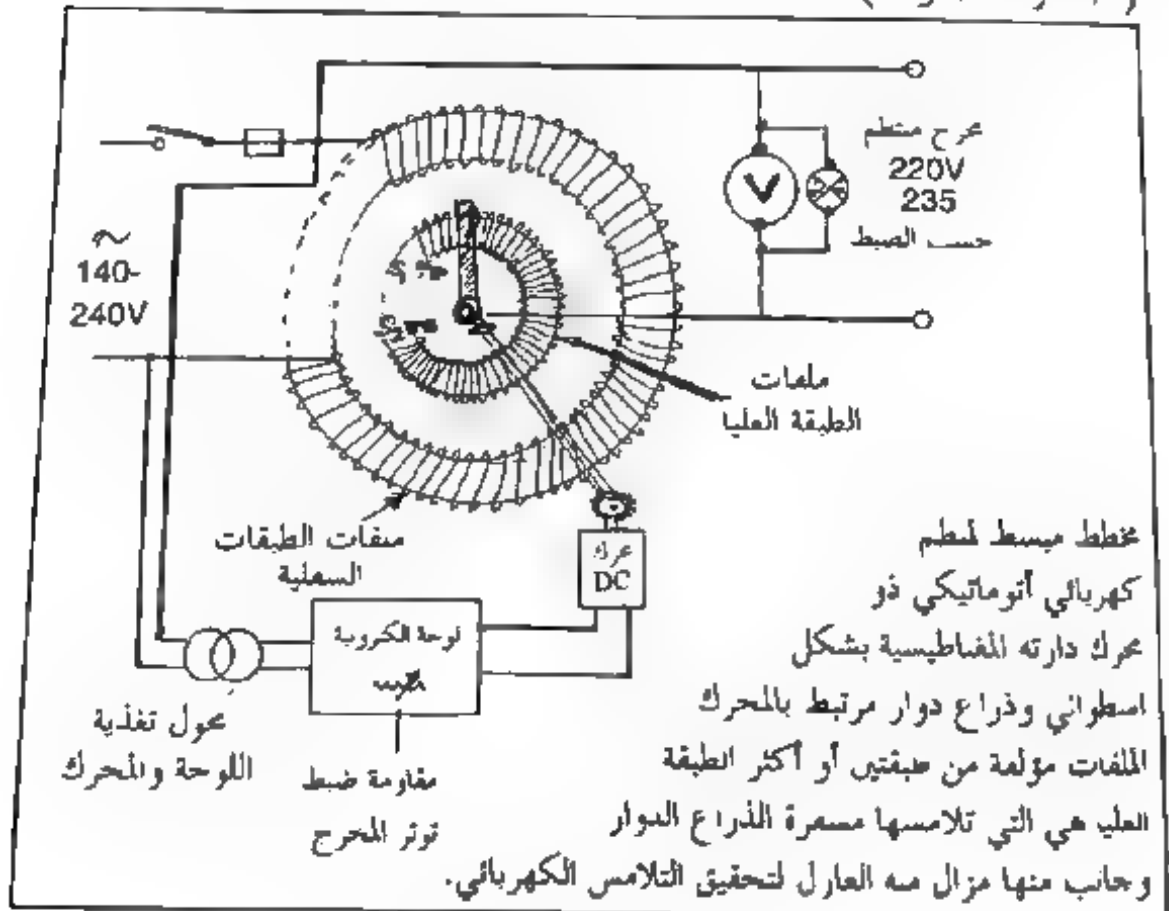
أ - المنظم الآلي ذو المحرك.

ب - المنظم الآلي ذو الريليات.

## ١- المنظم الآلي ذو المحرك:

يتألف من دائرة مغناطيسية بشكل اسطوانى مفرع عليها ملفات تحرك عنها قطعة مرلحة عليها عجلة تلامس طرف الملفات المعرى، وهذا يشبه المحول الذاتي الدور، ويقوم محرك صغير مرتبط بمجموعة مسند لقل حركته إلى الذراع الدوار الحامل للمسيرة وبذلك يعمل على رفع أو خفض لوتر بيلائم لوتر النظام المطلوب. ويوجد في نهاية شوط الذراع في كلا الاتجاهين قاطع صغير (ميكروسويتش) يقوم بقصع تيار المحرك و دائرة الإلكترونية لضمان سلامة المنظم إن المحرك يعدى بالتار المستمر المناسب عن طريق دائرة إلكترونية وبذلك يمكنه الدوران في الاتجاهين حسب قطبة التغذية. وتعدى الدائرة الإلكترونية والمحرك عن طريق محول صغير مستقل أو من ملفات مستقلة. والمحول المستقل يمكن فحصه وتعيره بسهولة عند النزوم.

ولهذا المنظم قاطع عادي وقاصمة معيرة أو قاطع حماية ومقياس فولت ومصباح إشارة ومنه ما يعمل على التوتر (١١٠ و ٢٢٠ فولت) وله مخرجان أيضاً (١١٠ و ٢٢٠ فولت).



## الدائرة الإلكترونية للمنظم:

تعدى بتوتر متساو (١٢ - ٤٨ ف) وتقوم ثنائيات بتقويمه إلى بيدر مستمر تقريباً وهذا التوتر يتناسب مع توتر الشبكة، فتعمل الدارة على وصل داره لمحرك لي عمل باتجاه الرفع أو الخفض وذلك بتحريك الذراع حامل لمسيرة، ولدارة مقاومة صغيرة يمكن بصطها ربع أو خمس توتر المخرج بين (٢٢٠ - ٢٣٥ ف) حسب المطلوب وتحتوي الدارة على ترانستورات أو دائرة متكاملة أو غيرها من العناصر الإلكترونية وقد تستخدم عناصر أخرى (دياك - ترياك - ثيرستور).

ومن العناصر المستخدمة بكثرة (ديودرينر) وهو عبارة عن ثنائي (يسمح للتيار بالمرور باتجاه واحد وبمعنه في الاتجاه المعاكس) فهو ذو مقاومة صغيرة جداً في اتجاه المقاومة الأمامية وذو مقاومة كبيرة جداً في الاتجاه المعاكس تدعى المقاومة العكسية. وللثنائي إشارة بشكل نقطة أو خط على اتجاه المرور وهو رأس المثلث

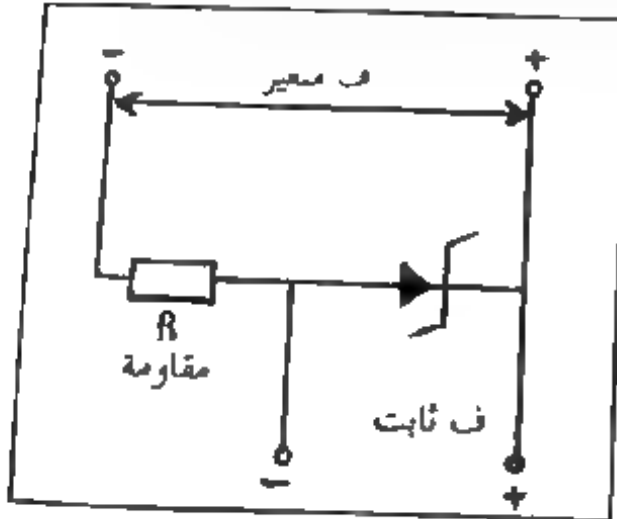
(رمز الثنائي العادي) ———— لذلك يستخدم في دارات التقويم.

أما الثنائي زينر Z فله جهد معين يدعى جهد زينر مسجل على

هذا الثنائي ويتراوح من عدة فولتات إلى (٤٠٠ فولت) فيعمل الثنائي

على المحافظة على هذا الجهد على طرفيه مهما تغير الجهد المطلوب تنظيمه ضمن منطقة التشغيل لهذا الثنائي. وتحمل المقاومة الموصلة معه فرق الجهد الزائد.

وجهد زينر الثابت قد يستخدم كجهد مرجعي لدارات التنظيم الأخرى.



ثنائي زينر مثبت ←  
الجهد المستخدم لبعض الدارات

## مميزات المنظم الأتوماتيكي ذو المحرك:

١ - يمتاز هذا المنظم بحساسيته لتغير التوتر ولو لبعض الفولتات حيث يمكن سماع حركة المحرك والذراع الدوار عند ارتفاع أو انخفاض التوتر قليلاً.

٢ - لا يقطع التيار عن الحمل عند حدوث عملية التنظيم، بعكس المخططات الأخرى التي ينقطع التيار لحظياً عند الإنعزال إلى لرفع أو خفض كس في المنظم اليدوي أو الأتوماتيكي ذو لريبيات. والانقطاع للحظي مهم بكس قصيراً فإنه يؤثر خاصة على أجهزة الحواسيب (الكمبيوتر) والمعالجات فقد يحكي أو يحل ببعض برامجهم ولذلك يوصى بهذا المنظم ذو المحرك في تغذية هذه الأجهزة الكمبيوترية.

٣ - يقوم هذا المنظم بعملية رفع توتر الشبكة وخفضه حسب للزوم ففحص هذه لمخططات توتر المدخل (١٤٠ - ٢٤٠ فولت) (input) وتوتر المخرج (٢٢٠ف) (output) قابل للضبط لمجال أعلى أو أخفض قليلاً.

### أعطال المنظم ذو المحرك وإصلاحه:

يتعرض كل جزء من هذا المنظم للأعطال لأسباب متعددة، ومن هذه الأعطال مايلي:

١ - قصر أو انقطاع في الملفات: ويتم فحصها بمقياس الفولت والأوم ويمكن تغذية المنظم بالتوتر بعد فصل محول الدارة الإلكترونية والمحرك ثم نحرك الذراع الدوار باليد ونقيس توتر المخرج فقير المخرج بالزيادة والنقص بصورة متدرجة يؤكد سلامة الملفات وتوترها.

٢ - عطل في محول الدارة الإلكترونية والمحرك: ويتم فحص توتر المدخل والمخرج أو يفصل ويفحص بمجال الأوم.

٣ - عطل في المحرك أو مسننات نقل الحركة: فتأكد من وجود التوتر الصحيح على المحرك ويغذى بتوتر مستمر خارجي مناسب لاختبار عزم دورانه لذي قد يصعب مع الزمن ويجب تعييره بنفس المواصفات. وتؤكد من نظامة المسننات وسلامتها

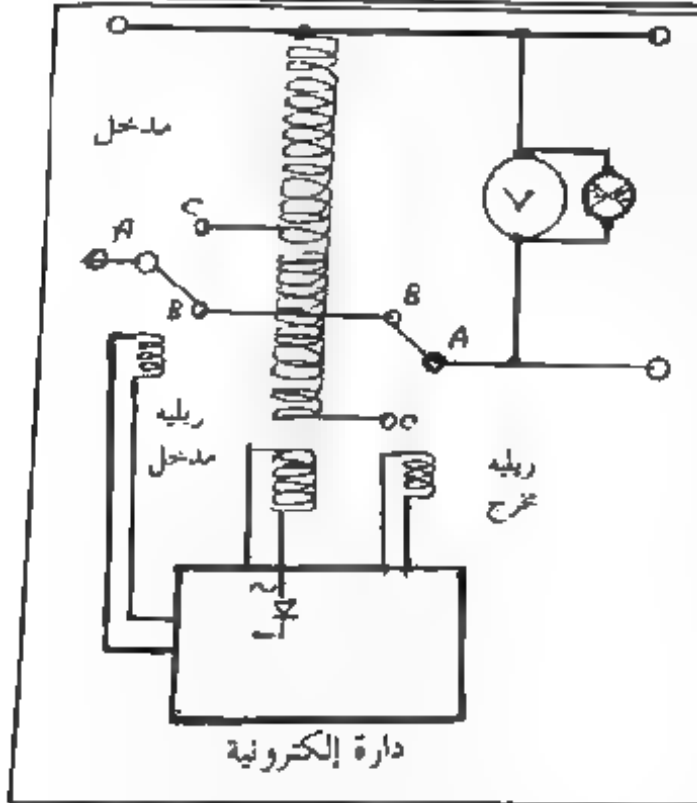
٤ - عطل في المسفرة والذراع الدوار: يقوم بتنظيف مسار المسفرة وإزالة بقايا الفحم بين الملفات حتى لا تتعرض للقصر والاحتراق.

٥ - عطل في الدارة الإلكترونية: وهذا يتطلب متانة مخطط الدارة وطريقة فحص العناصر الإلكترونية وتغير التالف منها، وقد يوجد بعض العناصر بدون رقم واضح فيتطلب تعيير الدارة كلياً أو مراجعة المصنع لو التوكيل.

### المنظم ذو الريليات:

مبدأ العمل يشبه المنظم اليدوي ولكن بمراحل عددها أقل (مرحلتين أو ثلاثة) والانتقال من مرحلة إلى أخرى لرفع التوتر أو خفضه يتم عن طريق ريليه تقوم بعملية الوصل أو الفصل بتحريك الدارة الإلكترونية التي تعدى من الشبكة أو بواسطة نقطتين من ملف المنظم أو عن طريق ملف إضافي يعطي توتر (٢٤ إلى ٢٦ فولت) عندما تكون الشبكة بتوتر صحيح (٢٢٠ فولت).

### منظم أتوماتيكي ذو الريليات ٣ مراحل (مرحلتين + الشبكة)



يتألف من محول ذاتي وريليه عدد ٢/ واحدة في المدخل وأخرى في المخرج عندما يكون المنظم خارج الدارة، أو يدخله توتر نظامي (٢٢٠ فولت) فإن الريليات تكون بالوضعية الموضحة في المخطط ولا يصل إلى ملف الريليه أي تغذية.

عندما ينخفض توتر الشبكة بمقدار (٢٠ - ٣٠ فولت) فإن ريليه المدخل تعمل بتأثير الدارة الإلكترونية التي يغذيها ملف خاص يتأثر بتوتر الشبكة.

منظم أتوماتيكي ذو الريليات ثلاث مراحل

وينتقل وصل تماس الريليه

من A - B إلى C - A فيرتفع توتر المخرج بمقدار توتر اللفات بين الريليه المدخل والمخرج. وإذا انخفض التوتر في الشبكة بمقدود (٤٠ - ٦٠ فولت) فإن ريليه المخرج تعمل إضافة لريليه المدخل فيرتفع توتر المخرج بهذا المقدار تقريباً.

### طريقة عمل المنظم ذو الثلاث مراحل (مرحلتين + الشبكة)

١ - عندما يكون توتر المدخل نظامياً (٢٢٠ فولت) فإن الريليه (١ و ٢) تبقى في وضعية الراحة والمخرج يساوي المدخل.

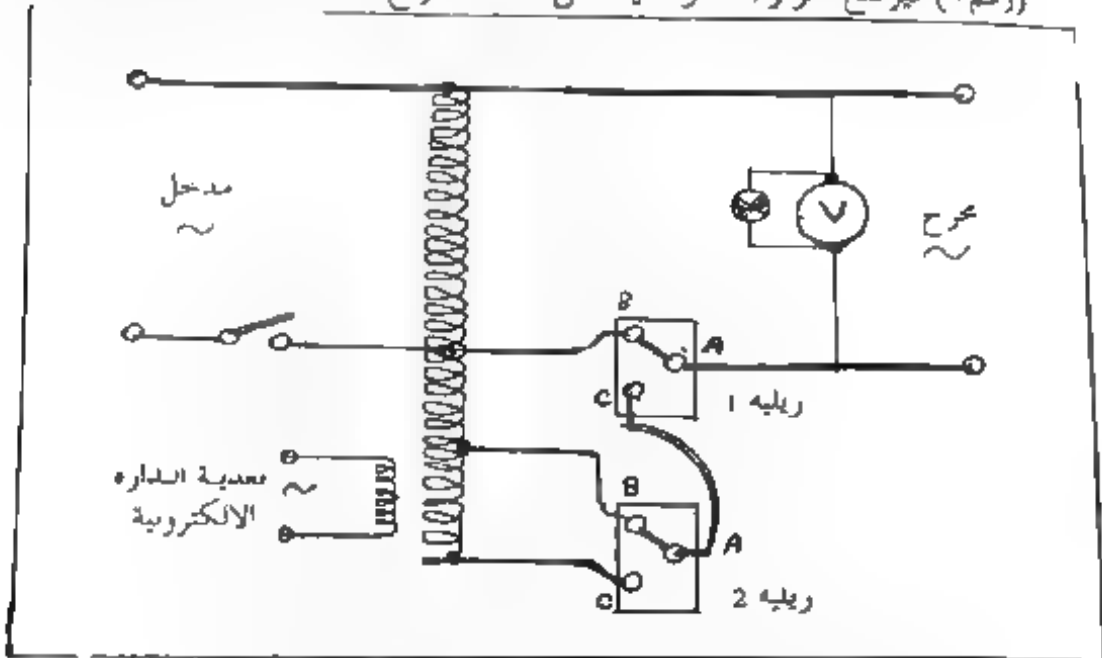


٢ - عند انخفاض توتر المدخل محدود (٢٠ - ٣٠ فولت) تعمل الريليه (١م.٥)

فيرفع توتر المخرج

٣ - عند انخفاض توتر المدخل بشكل كبير (٤٠ - ٦٠ فولت) تعمل أيضاً الريليه

(رقم ٢) فيرفع التوتر بمقدار جهد كل ملفات الرفع.



مخطط (منظم ثلاث مراحل ٢ ريليه )

- الريليات في وضعية الراحة أو عند التوتر النظامي ٢٢٠ في المدخل أي A مع B متصل

عند عمل الريليه يتصل A مع C ويفصل عن B

**شرح مخطط منظم أتوماتيكي ذو ٤ مراحل ذو الريليات (٣ مراحل + الشبكة)**

١ - عندما يكون المنظم خارج الدارة. أي لا يصله أي توتر من الشبكة بسبب

فصل قاطع أو ديمكتور المنظم تكون الريليات في وضعية الراحة والتماس A

متلامس مع B ومعصول عن C في كل الريليات.

وعندما يكون توتر الشبكة الواصل إلى المنظم صحيحاً وبمحدود التوتر النظامي

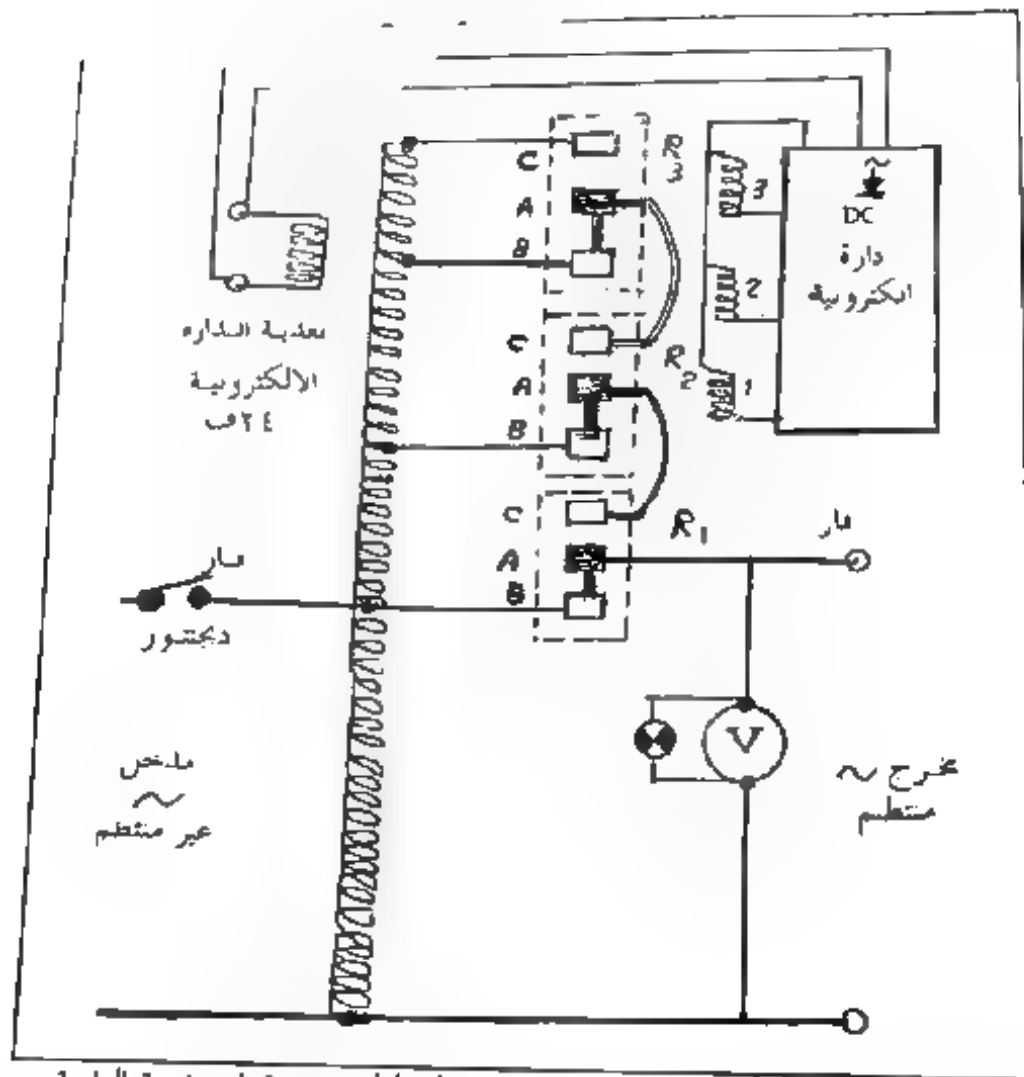
(٢٢٠ف) تكون الريليات في نفس الوضعية ولا تعمل حيث لا يصل ملفاتهما

أي تيار من الدارة الإلكترونية.

١ - عند انخفاض توتر الشبكة محدود (٢٠ - ٢٥ فولت) تعمل الريليه رقم ١ / R١

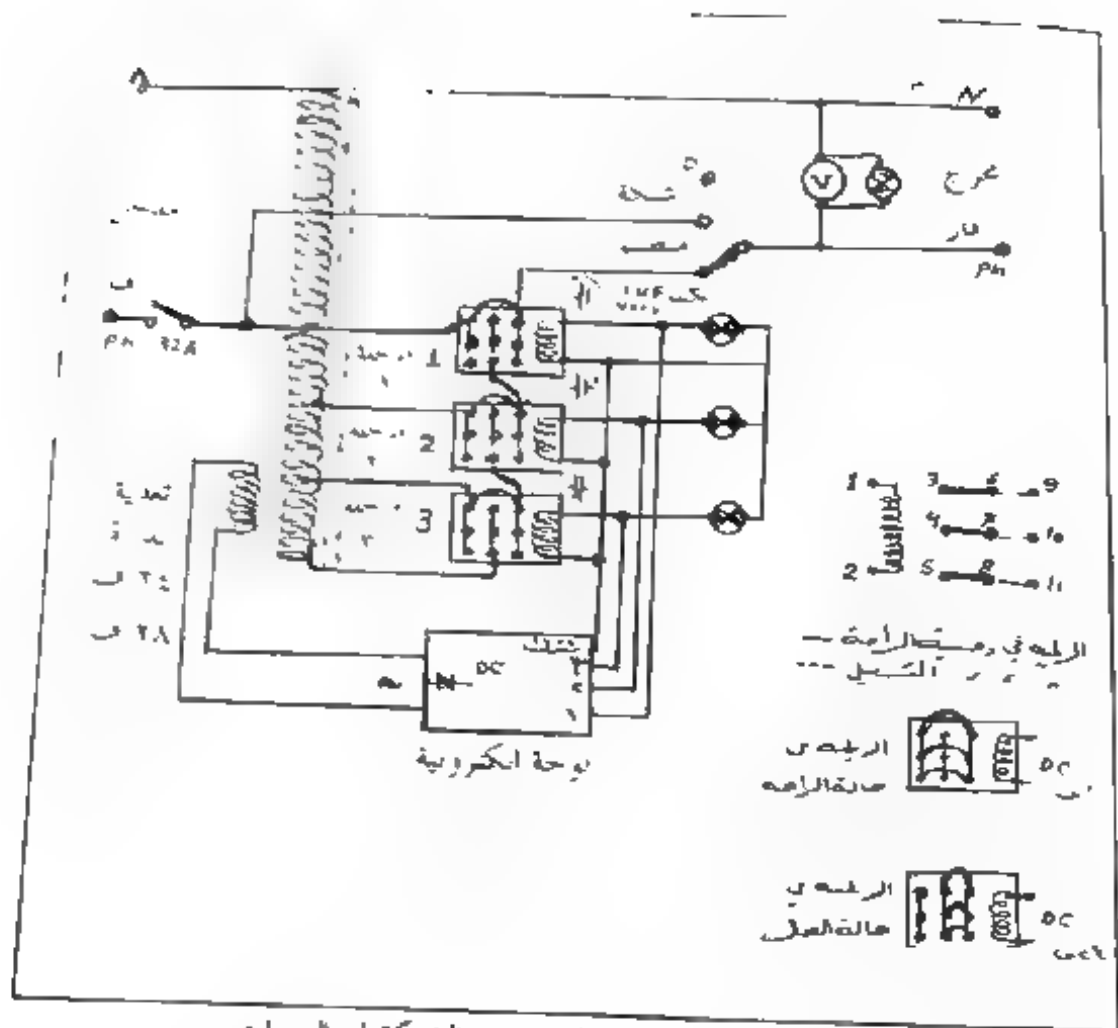
فقط فينتلامس A مع C ويفصل عن B فيرتفع التوتر في المخرج حسب الجهد

المتولد في عدد لفات الرفع للمرحلة الأولى (راجع المخطط).



مخطط منظم أوتوماتيكي ذو الريليات وهي في المخطط مرسومة في وضعية الراحة وعند التوتر ٢٢٠ في المدخل

- ٣ - عند انخفاض توتر الشبكة محدود (٤٠ - ٥٠ فولت) تعمل الريلية رقم ٢ /R<sub>2</sub>/ إضافة للريلية الأولى /R<sub>1</sub>/ ويتصل التماس من A إلى C فيرتفع التوتر حسب الجهد المتولد في الملفين الرافعين.
- ٤ - عند انخفاض توتر الشبكة أكثر وبحدود (٦٠ - ٧٥ فولت) فتعمل الريلية رقم ٢ /R<sub>2</sub>/ إضافة لعمل ريلية ١ وريلية ٢ فيرتفع التوتر بمقدار جهد كل مسافات الرفع.
- ٥ - عند ارتفاع التوتر تعود الريلية رقم ٣ إلى حالتها الأولى فينخفض توتر المحرر.
- ٦ - عند ارتفاع التوتر بشكل أكبر تعود الريلية رقم ٢ أيضاً فينخفض التوتر بشكل أكبر.
- ٧ - عند ارتفاع التوتر إلى وضعه الطبيعي تعود الريلية رقم ١ إضافة للريليات ٢ و ٣.



مخطط كامل لمطعم ٣ مراحل + توتر الشبكة ذو الـ ٢٢٠ فولت

### عمل المنظم:

يتألف من محول ذاتي ذو ثلاث مراحل للرفع ومنفصل لتعديدة الدارة الإلكترونية بتوتر يتراوح من (٢٤ - ٢٨ف) مساوب. ولكل مرحلة ريليه معنطيسية مع مصباح إشارة تدل على عملها وتقوم الدارة الإلكترونية بالتحسس بمقدار الجهد الواصل فتقوم برفعه عن طريق تشغيل الريله ١ لرفع (٢٠ - ٢٥ف) وذلك حسب عدد لفات هذه المرحلة وتشغيل الريله ١ + ٢ لرفع (٤٠ - ٥٠ فولت) وتشغيل ١ + ٢ + ٣ لرفع (٦٠ - ٧٥ف) ويمكن تغيير كل مرحلة حسب اللزوم.

### الرئيسية:

تتألف من ثلاث مجموعات من التماسات ويصل إلى صليل أطرافها كما في الشكل للاستفادة من تحمل التيار الأعظمي ويظهر الشكل التماسات الموصلة عند الراحة والتشغيل وتقوم المكثفات بتخميف الشرارة الناتجة في التماسات عند التوصل والفصل الخاصة وهي بسعة (١ ميكرو فاراد) وتوتر (٤٠٠ فولت) تقوم المبدلة ذات الوصلات الثلاث بوصول المخرج بالشبكة أو بالمصطلم أو قطع التيار ويمكن بذلك أيضاً وصل مقياس الفولت لمقياس المدخل أو المخرج للمصطلم، أما القاطع الرئيسي فهو ديمكتور حراري معاطيسي بموصل الدارة عند وجود قصر أو زيادة في الحمل.



# الفصل الرابع

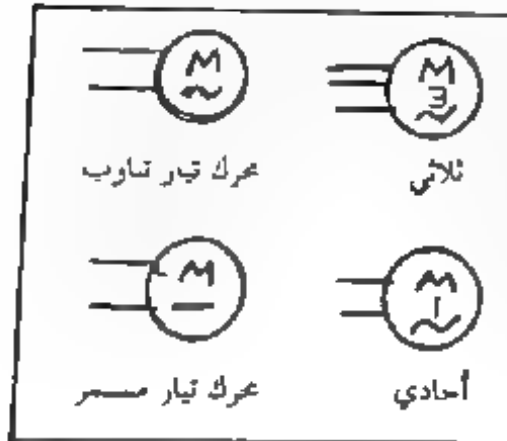
## المحركات الكهربائية (MOTORS)

**مقدمة:** المحرك الكهربائي (Motor) هو آلة كهربائية تحول لطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية دورانية فتقوم بتشغيل أغلب الأجهزة المنزلية (مروحة - غسالة - براد ...) وكذلك تدير المصنعات وتحرك الآليات والقطارات والمصاعد الكهربائية. فهي القلب النابض في كل جهاز منزلي وصناعي.

**أنواع المحركات:** تنقسم المحركات حسب مايلي:

(١) حسب نوع التيار الكهربائي.

١ - محركات التيار المتناوب AC - وتنقسم إلى:



أ - محركات أحادية  $\phi$  أو AC1 وتدعى محركات (مونوفاز) وتستخدم في الأجهزة المنزلية (غسالة - براد - مروحة...) وفي الآلات الصغيرة الاستطاعة (مخرطة صغيرة - مضخة - آلة نجارة صغيرة الاستطاعة...) وتغذى بخط فار ونشر أو فازين فقط.

ب - محركات ثلاثية الطور أو  $\phi 3$  أو AC3 وتدعى محركات (تريفاز) وتستخدم في الأجهزة والآلات الصناعية وخاصة الكبيرة الاستطاعة وتغذى بثلاثة أطوار (فازات).

٢ - محركات التيار المستمر DC —

وتستخدم في مجالات خاصة مثل مقلع السيارة (مارش) ومحرك المسجلة أو الفيديو وفي محركات بعض الآليات والقطارات الكهربائية.



٣ - محركات عمومية تعمل على التيار المستمر والمتناوب ورمزها = ولها  
محركات لتعدية العصور الدائر المنقوف وتستخدم في بعض الأجهزة المنزلية  
المخلاط - المكينة الكهربائية - فرامة اللحمة - مثقب - صاروخ الجرح...

(٢) حسب طريقة التشغيل ومبدأ العمل وهي:

أ - محركات غير توافقية - لا متزامنة (ASYNCHRON) وهي المستخدمة بكثرة  
في الأجهزة المنزلية والصناعية

ب - محركات توافقية متزامنة (SYNCHRON) وهي تشبه الموبة إذ يجب  
تدوير محورها بسرعة التوافق فتولد تياراً متناوباً وعند وصوله إلى بونر مسار  
لتور الشبكة وفي لحظة التوافق تربط تغذيتها بالشبكة الكهربائية ثم بعد  
عنها وسيلة التدوير مستمر بدورها بنفس سرعة التوافق فالمحرك التوافقي  
يتميز بالمواصفات التالية:

— لا يقلع بنفسه ولو بدون حمل إلا إذا زود دائرة بمقص مسجبي.

— سرعته ثابتة ضمن حمله المخصص.

— إذا زاد حمه وتجاوز استطاعة المحرك يتوقف المحرك عن الدوران  
ولذلك فاستخدام المحرك التوافقي محدود جداً في تحسين عامل الاستطاعة  
للشبكات. فعمله يشبه عمل المكثفات. وسرعة دوران التوافق تحسب  
بالقانون التالي:

$$\text{سر} = \frac{\text{ت} \times ١٢٠}{\text{ط}} \quad \text{السرعة (د/د)} = \frac{\text{التردد} \times ١٢٠}{\text{عدد الأقطاب}}$$

حيث سر السرعة دورة/دقيقة

ت التردد بالهرتز أو السيكل أو ذبذبة/ثانية

ط عدد الأقطاب.

إذن فالمحركات الصناعية والمنزلية هي محركات غير توافقية نظراً لميزاتها في  
إفلاعها المباشر وبساطتها وقلة أعطالها علماً بأن سرعتها أقل من سرعة  
التوافق أو سرعة السيالة المغناطيسية الدوارة بما لا يزيد عن (١٠٪) عند  
الحمل الكامل الطبيعي (٤-٦٪) وتدعى سرعة الانزلاق.

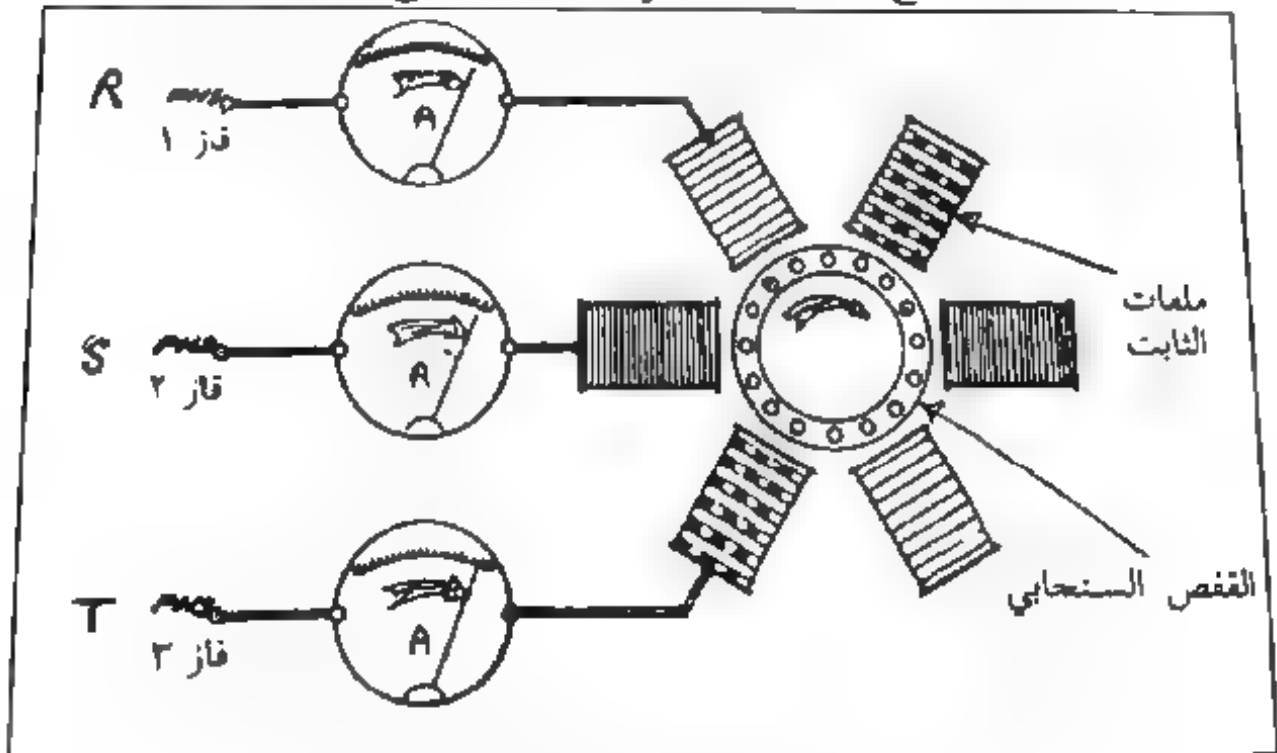
### (٣) حسب العضو الدائر

#### أ - المحرك ذو الدائر الملقوف

وهو الجزء الدائر في قلب المحرك ويصنع من صفائح الحديد السيليسي مشرب المحول وبه مجار طولية معزولة بحد داخلها أسلاك الملفات وتوصل أطرافها إلى قطع المجمع (Collector) وهو مؤلف من قطع نحاسية بشكل إسطواني معزولة عن بعضها، تلامسها الفحمات لتعطي الملفات التيار الكهربائي للآرم وقد توصل أطراف ملفات الدائر إلى حلقات انزلاق لتوصل مع مجموعة مقاومات خارجية لتحكم بتيار إقلاع المحرك التدريجي ويكون التلامس عن طريق المسفرات (الفحمات)

#### ب - المحرك ذو القفص السنجاي

يشبه العضو الدائر الملقوف في دارته المغناطيسية للعضو الدائر ولكنه عوضاً عن الملفات يحتوي في مجارية الطولية قصباتاً من الألمنيوم مغلقة على بعضها من الطرفين بواسطة لحامها مع بعضها أو يوجد حبة النيوم من كل طرف فتشبه بذلك القفص السنجاي. وعادة ما تكون المجاري لها زاوية ميل مع المحاور لتحسين إقلاع المحرك ودورانه. وقد يحتوي العضو الدائر على قمصين متداخلين أحدهما ذو مقطع كبير وهو الرئيسي والآخر ذو مقطع أصغر وهو المساعد.



مبدأ عمل المحرك الثلاثي ذو القفص السنجاي يدور العضو الدائر ذو القفص السنجاي عند تغذية الملفات بتيار ثلاثي الطور



واعطال هذا النوع من العصور الدائر (القصور السحائي) فليس وبادر جداً  
وقد بظهر العطل بسبب تشقق في قصبان الألميوم وهو عطل محصلي لا يمكن  
كشفه عادة إلا بعد تشغيل المحرك وملاحظة ضعف عزمه واستطاعته كثيراً  
رغم عدم وجود أي خطأ أو عطل آخر وهنا لا بد من تغيير هذا العصور  
الدائر إذا وجد مشابيه وقد يجرى طرق ونحمة لهذا الدائر العاطل على أمل  
إعادته للعمل وهذا الإجراء قد يعيد المحرك لعمله الطبيعي لفترة زمنية قد  
تطول أو تقصر وقد لا يفد مطلقاً



## المحرك الكهربائي الصناعي (ذو القفص السنجابي)

وهو المحرك المستخدم كثيراً في الأجهزة والآلات لما يتمتع به من مميزات عمليّة واقتصاديّة وقلة أعطاله وسهولة صيانه. وهو محرك ثلاثي الطور ذو قفص سنجابي ويتواجد باستطاعات مختلفة تبدأ بأقل من نصف حصان وحتى مئات الأحصنة وبسرعات مختلفة أيضاً.

والأجزاء الرئيسية للمحرك الثلاثي الصناعي هي:

### ١ - العضو الثابت (STATOR):

ويتألف من صفائح الحديد السليسي كالمجول وهي بشكل اسطواناني مغرغ يحتوي على عدد من المجاري الصف مغلقة غالباً وعددها زوجي (١٢ - ١٨ - ٢٤ - ٣٦ - ٤٨ .. مجرى) تنزل فيها المنفات بعد عزل المجاري بالكروتون أو البلاستيك الحراري العازل، وتشكل الملفات ثلاث مجموعات متماثلة، كل مجموعة تحتوي على عدد من الملفات وكل مجموعة تغذى من طور (فاز)، ولملفات حساب خاص من ناحية خطوة النّف والعدد والقطر والتوصيل... وسنشرحه لاحقاً. إن طول وقطر العضو الثابت يتناسب مع استطاعة المحرك.

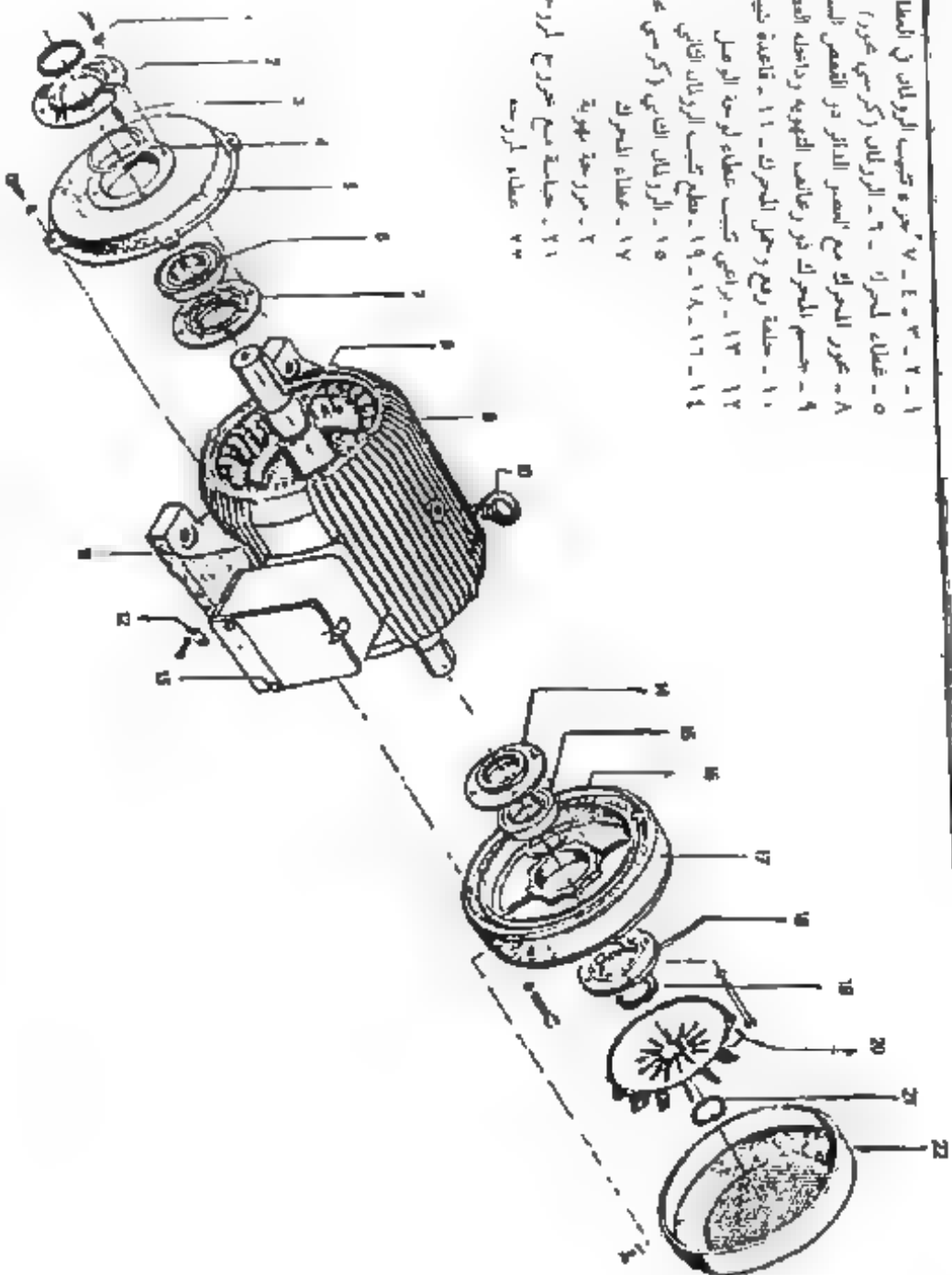
### ٢ - العضو الدائر (ROTORE):

يحمل العضو الدائر على محور الدوران وله دائرة مغناطيسية من صفائح الحديد السليسي بشكل دائري ذات مجاري وفيه القفص السنجابي من الألمنيوم بحيث يشكل كل قضيبين دائرة مغلقة تمثل لفّة، وكان قديماً يتشتر استخدام القضبان المحاسية التي تلحم من كلا الطرفين مع بعضها البعض.

يرتكز محور الدوران على كرسي محور (رولمانات أو باغات) من كل طرف ولها مواصفات ميكانيكية خاصة ويستخدم الشحم في تشحيم الرولمانات (بيليات) ويستخدم الزيت المعدني الخاص في تزييت البافات وقد تحتوي على ثقب خاص لذلك أو تلامس قطعة من اللباد مشبعة بالزيت ليتسرب إلى البافات تدريجياً.

إن للرولمان رقم مسجل عليه يحدد مواصفاته وقياسه مثل (6201 - 6202 - 6203) ومنها نوع مغلق من طرف واحد أو طرفين أو بدون أغطية.

- ١ - ٢ - ٣ - ٤ - ٧ - تجويف الرولان في المغطاء
- ٥ - غطاء المحرك - ٦ - الرولان (كرسي محورا)
- ٨ - محور المحرك مع 'المحور الدائر ذو القفص' المستطاني
- ٩ - جسم المحرك ذو رعاظم الشهوية ودائله القفص الثابت والمثبت
- ١٠ - حلقة رفع وحمل المحرك - ١١ - قاعدة تثبيت
- ١٢ - ١٣ - براغي تثبيت غطاء لوحة الوصل
- ١٤ - ١٦ - ١٩ - سطح تثبيت الرولان الثاني
- ١٥ - الرولان الثاني (كرسي محورا)
- ١٧ - غطاء المحرك
- ٢ - مروحة تبريد
- ٢١ - حشوة مع خروج للمروحة
- ٢٢ - غطاء للمروحة



محرك كهربائي صناعي ذو قفص سنحائي معك لتوضيح القطع الداخلية

### ٣ - الغطاءان الخائبيان

وهما من حديد الصب أو الألمنيوم أو من مادة عازلة قوية أحياناً وهما مقر كراسي المحور (المحركات «الرولمانات») أو الباعث المصنوع من سحاس لدعم والقاسي وهي مخنوة داخل مقر محدد في الغطاء وفي المحركات يكسره يوجد أعطيه داخلية للرولمانات يشتها برعباد من كل طرف وتحتوي الأعطية على ثقب وفتحات لتهوية ملفات المحرك وقد يكون المحرك مغلقاً. ولتحسين التهوية والتبريد توجد مروحة خارجية لها غطاء خاص مثقب.

### ٤ - هيكل المحرك:

إنه الجزء الخارجي من المحرك والذي يضم داخله العصور الثابت ويعمل على ترابط أجزائه. والهيكل من حديد لصب أو لصاج أو الألمنيوم ويحتوي على قاعدة تثبيت المحرك وعلى علبة الوصل مع لوحة التوصيل وغطائها. وقد يوجد فيه حلقة لرفع ونقل المحرك الكبير الاستطاعة، والهيكل ذو سطح أملس أو متعرج ذو زيادات معدنية لزيادة التبريد وتسريعه كما شرحنا سابقاً، وتثبت عليه لوحة المعلومات

### ٥ - المروحة:

تثبت على أحد طرفي الدائر وتدور معه فتعمل على تهوية وتبريد الملفات. وهي من الصاج الحديدي أو البلاستيك أو الألمنيوم أو الفير وإذا كان المحرك معلقاً وليس لأغطيته نوافذ وفتحات تهوية فتوضع المروحة خارج المحرك محمية بغطاء خاص ذو ثقب ويكون هيكل المحرك في هذه الحالة ذو زعانف وزيادات تسرع في تبريده.

### ٦ - لوحة المعلومات:

تضم جميع المعلومات اللازمة لاستثمار المحرك وتشغيله وهي بشكل رموز وأرقام باللغة الإنكليزية أو الفرنسية. ولا تضم اللوحة معلومات عن عدد اللفات وقطر السلك وطريقة الوصل الداخلي...

ومن المعلومات الهامة المسجلة ما يلي:

— اسم الشركة والبلد الصانع.

— الرقم المتسلسل للمحرك No أو SYRIE.

مجموع المحرك (مسعر DC -) (مساو AC) (أحادي لـ AC1) (ثلاثي لـ AC3)

نموذج المحرك Model - TYPE

التردد هرتز أو سيكل أو دذبنة /ثانية Cycle - Hz

الاستطاعة بالواط W أو الكيلوواط KW أو الحصان HP أو Ch أو CV

التوتر الاسمي بالفولت V وقد يسجل رقمي فولت ورقمي أمبير

شدة تيار الحمل الكامل A حسب توصيل المحرك نجمي أو مثلثي

طريقة التوصيل Y نجمي -  $\Delta$  مثلثي أو D دلتا

نوع العازل وتصنيفه ISOL أو Insult وهو عادة E أو B

سرعة الدوران بالدقيقة R.P.M أو T/min

عامل الاستطاعة وهو أقل من واحد ويدعى تحجب به  $\cos \phi$

معلومات إضافية مثل تاريخ الصنع - نوع الحماية - التبريد والتهوية - وزن

المحرك - عدد دقائق أو ساعات العمل أو التشغيل.

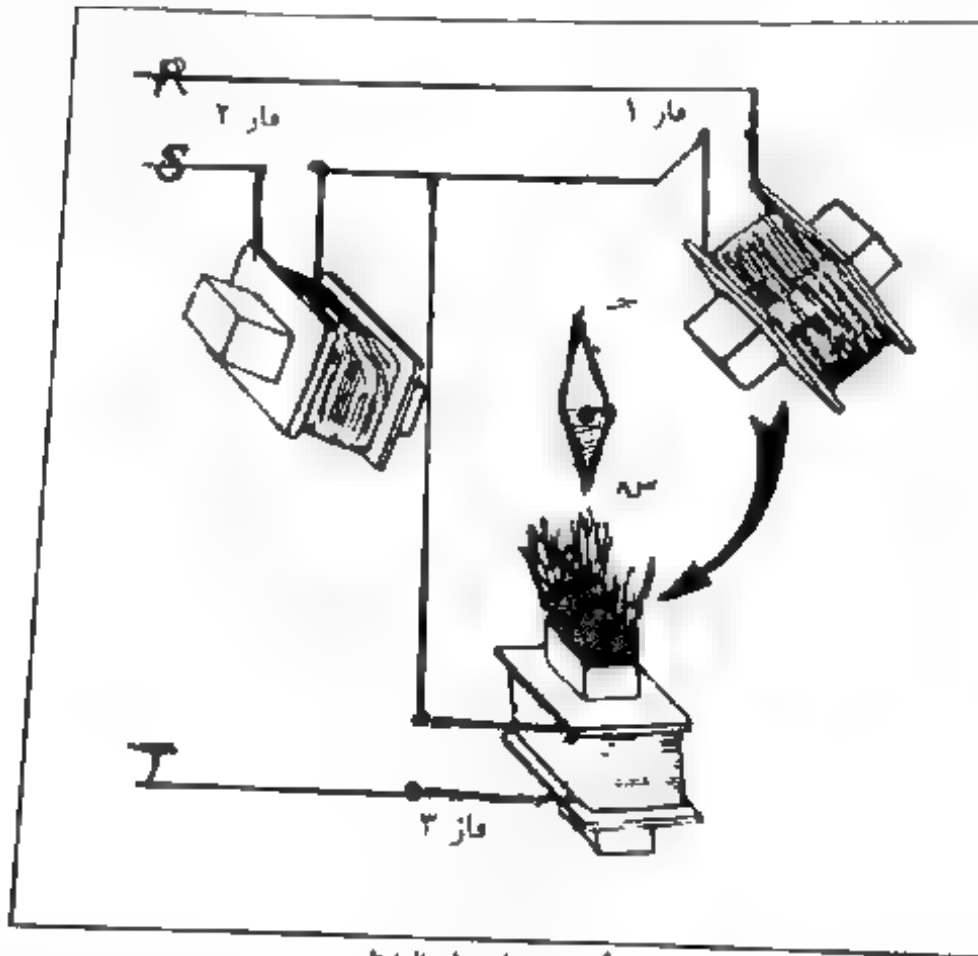
MANUFACTURER		
MOTOR-NR	TYPE	
YEAR OF CONST	SYSTEM PROTECTION	
Y	A	COS $\phi$
RPM	Hz	HP
KW	ISOL	

نموذج لوحة معلومات محرك

### مبدأ عمل المحرك الثلاثي الطور:

إن ملفات أو مجموعات المحرك الثلاثي موزعة على مجاري العضو الثابت بحيث تكون الراوية بينها (١٢٠°) وتوصل مع بعضها لتشكيل توصيلاً نجمياً Y أو ثلاثياً  $\Delta$  بحيث تغذى كل مجموعة بهماز (طور) فيتولد في هذه الملفات تحريض

مغناطيسي يشكل سبالة مغناطيسية دوارة، فكان التحريض المغناطيسي مجموعة إلى أخرى، فينتج من قيمة أعظمية موجة إلى قيمة أعظمية سبالة من بقطة الصغر متوافقاً مع المحي بلجيني لتيار في كل طور وهذا تحريض المغناطيسي يولد في سعات العضو الدائر أو قصبة السنجابي تياراً كهو بالياً تحريضاً يولد بهدرة تحريضاً مغناطيسياً يعاكس السبب الذي أدى حدوثه فتحدث قوى التجاذب والسافر مودمة لدوران العصور الدائر بسرعة تقل عن سرعة السبالة مغناطيسية الدوارة بما يدعى سرعة الانزلاق.



مبدأ عمل المحرك الثلاثي

الإبرة المغناطيسية تدور لأن المغناطيسية في كل ملف تتغير من أعظمية شمالي إلى صغر ثم أعظمية جنوبي بشكل متتابع من ملف لآخر بسبب فرق الصفحة بين كل فاز وآخر بمقدار ١٢٠° - وتدعى (السبالة المغناطيسية الدوارة) ويستندل عوضاً عن الإبرة المغناطيسية بالقفص السنجابي فيدور متأثراً بالسبالة الدوارة وبمساحتها (توصيل المنافذ Y بحمي)

وتتناسب سرعة السبالة الدوارة مع تردد التيار وعكساً مع عدد أقطابها  
 إن وجود فتح في ملفات العضو الدائر أو في قضبان القفص السحائي يصعب  
 عزم المحرك ودورانه لأن الملف المقطوع لا يولد فيه تياراً مغناطيسياً وهذه  
 فالمغزو الدائر يشبه الملف الثابري للمحرك بينما ملفات العضو الثابت يشبه الملفات  
 الابتدائية له

وعكس ترصيح مبدأ عمل المحرك الثلاثي يوضع ثلاث ملفات براويزة  
 (١٢٠) ووضعت إبرة مغناطيسية أو ما يشبه القفص السحائي في المنتصف حتى  
 تقبض الملفات بالتيار الثلاثي بعد وصلها بشكل نجمي أو مشطي بحد أن الإبرة  
 المغناطيسية أو القفص السحائي يسور. ويحس اتجاه الدوران إذا عكسنا تعذبة أي  
 فازين كما في الشكل.

### استطاعة المحرك:

تقاس استطاعة المحرك بالواط أو الكيلوواط أو الحصان البخاري، وتسجل  
 على لوحة المحرك وتحسب الاستطاعة الكهربائية بالقانون التالي.  
 استطاعة المحرك الأحادي = التوتر × الشدة × عامل الاستطاعة

$$\begin{aligned} \text{ع} &= \text{ف} \times \text{ص} \times \text{تج} \text{ به} \\ \text{واط} &= \text{فولت} \times \text{أمبير} \times \text{عامل الاستطاعة} \\ W &= V \times A \times \cos\phi \end{aligned}$$

استطاعة المحرك الثلاثي =  $\sqrt{3} \times \text{التوتر بين فازين} \times \text{الشدة في أحد الفازات} \times$   
 عامل الاستطاعة

$$\begin{aligned} \text{ع} &= 1.73 \times \text{ف} \times \text{ص} \times \text{تج} \text{ به} \\ \text{واط} &= \text{ثابت} \times \text{فولت} \times \text{أمبير} \times \text{عامل الاستطاعة} \\ W &= \text{ثابت} \times V \times A \times \cos\phi \end{aligned}$$

وهذه الاستطاعة عند الحمل الكامل للمحرك، أما عند دورانه بدون حمل فتكون  
 أقل من ذلك بكثير حيث تكون لشدة صغيرة جداً وكذلك عامل الاستطاعة.  
 وكلما زاد الحمل زادت الاستطاعة المستهلكة.

### الاستطاعة الميكانيكية

وتقاس بالحصان ونحسب كما يلي

$$\text{الاستطاعة الميكانيكية بالحصان} = \frac{\text{الاستطاعة الكهربائية بالواط} \times \text{المردود}}{736 \times 100}$$

$$\text{عنه (بالحصان)} = \frac{\text{عنه بالواط} \times \text{المردود}}{736 \times 100}$$

### عامل الاستطاعة في المحرك

ورمز =  $\cos(\phi)$  أو (سحب به)

$$\text{وهو} = \frac{\text{الاستطاعة الفعلية بالواط}}{\text{الاستطاعة الظاهرية بانقولات}}$$

ويكون منخفضاً عند دوران المحرك بدون حمل ويساوي حوالي ٠,٢٠ ويصل إلى ٠,٨٠ - ٠,٩٠ عند الحمل الكامل.

### مردود المحرك :

$$\text{ويساوي} \frac{\text{الاستطاعة الميكانيكية (الخروج)}}{\text{الاستطاعة الكهربائية (الدخل)}}$$

وتصل من ٨٥٪ إلى ٩٥٪

### سرعة دوران المحرك:

وتقاس بالدورة /دقيقة وتسجل سرعة دوران المحرك عند الحمل الكامل على لوحته ورمزها R.P.M أو T / min وهي السرعة الفعلية. وتساوي = السرعة النظرية - سرعة الانزلاق وتتناسب سرعة المحرك طردياً مع تردد التيار وعكساً مع عدد الأقطاب ونحسب بالقانون التالي:

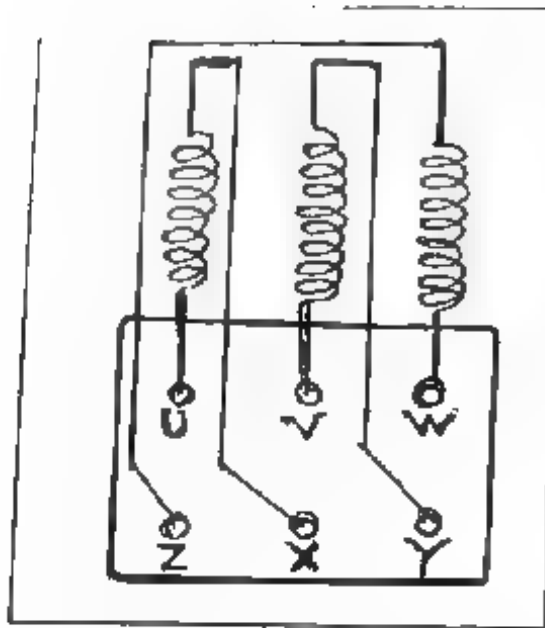
$$\text{السرعة النظرية} = \frac{\text{التردد} \times 120}{\text{عدد الأقطاب}}$$

$$\boxed{\text{سر} = \frac{\text{ت} \times 120}{\text{ط}}}$$





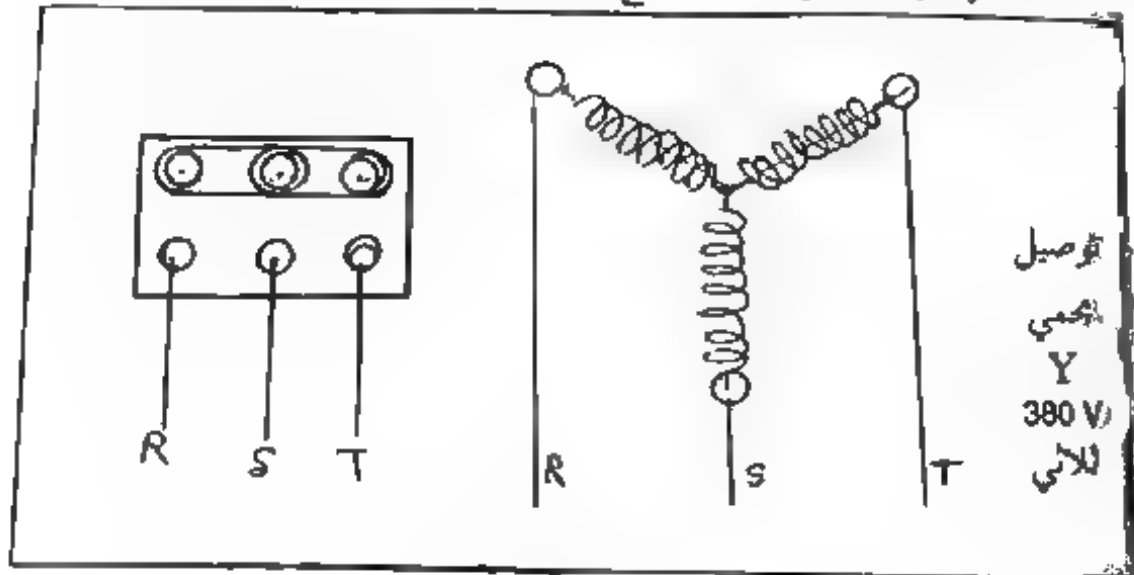




توصيل أطراف المحرك الثلاثي  
مع لوحة التوصيل

### التوصيل النجمي Y:

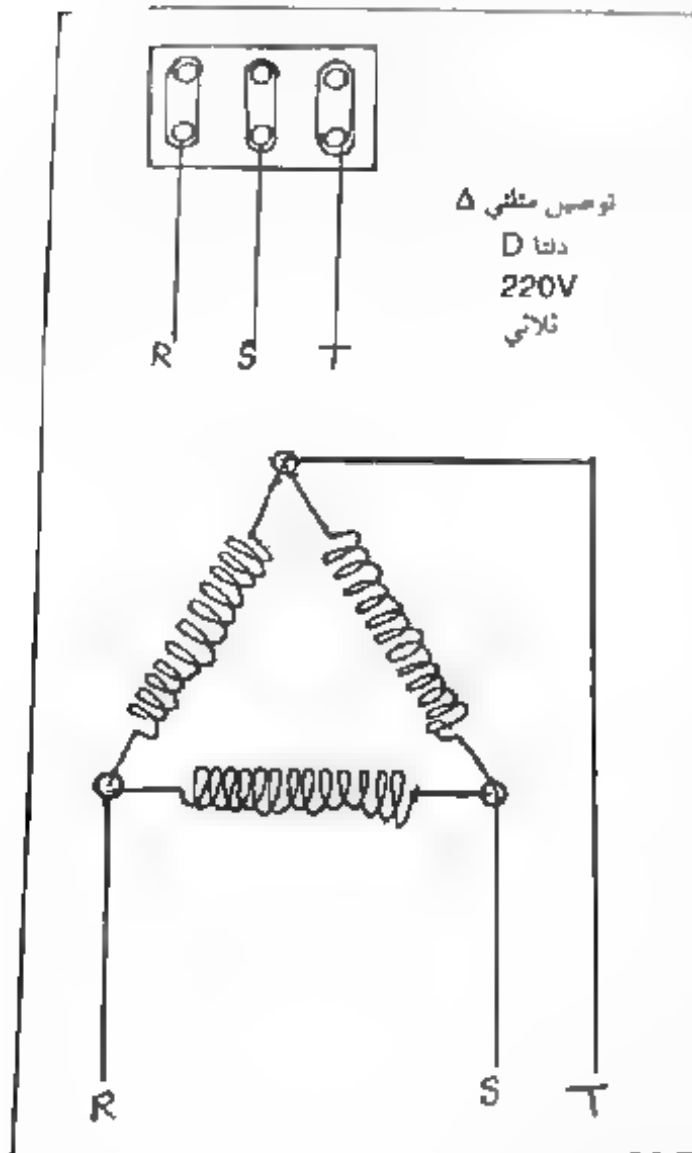
تقصر النهايات أو البدايات مع بعضها البعض وتعدي الأطراف الأخرى



التوصيل النجمي

بأن هذه الحالة إذا وصل بتوتر ثلاثي (٣٨٠ف) نجد أنه التوتر وصل لكل  
مجموعات فاز (٢٢٠ فولت) ونجد أن شدة التيار المارة في خط الطور هي نفسها  
مجموعات كل طور وقد دعي توصيل نجمي لأن توصيل المجموعات يشبه  
هجوم Y.

## التوصيل المثلثي $\Delta$ ويدعى دلتا $D$ : توصل الوحدة كما في الشكل



أي بداية  $\Delta$  إلى طور مع نهاية الطور الآخر ويوصل لكل مجموعات طور التوتر بين فازين فإذا عدينا المحرك بتوتر (٣٨٠ف) يصل لكل مجموعات طور (٣٨٠فولت) بينما تكون شدة التيار في خط الطور تساوي (شدة تيار المجموعة  $\times \sqrt{3}$ ).

فالمحرك الثلاثي في التوصيل المثلثي يتحمل توتر أقل من التوصيل النجمي بمقدار ( $\sqrt{3}V$ ) وشدة تيار المثلثي أكبر من النجمي بمقدار ( $\sqrt{3}V$ ) أيضاً. ولذلك فكل محرك ثلاثي مسجل عليه رقمي فولت ورقمي أمبير وطريقتي التوصيل  $Y$  نجمي ومثلثي  $\Delta$ .

مثال: محرك ثلاثي مسجل عليه

أي إذا كان توتر الشبكة (٣٨٠ف) فيجب توصيله بشكل نجمي

$Y$  ويسحب تيار الحمل (٢٠أ).

أما إذا كان توتر الشبكة (٢٢٠ف) (بين كل فازين) فيجب توصيله

بشكل مثلثي ويسحب تياراً قدره (٣,٤أ) عند الحمل الكامل.

$Y/\Delta$
380 / 220 V
2 / 3,4 A

ملاحظة ١: إن توتر الشبكة في سوريا (٣٨٠فولت) بين كل فازين وفي بعض الدول

(٢٢٠فولت) فالمحرك إذا وصل هنا بشكل نجمي  $Y$  فيوصل في تلك

الدول بالشكل المثلثي  $\Delta$ .

**ملاحظة ٢:** إذا وصل المحرك ١٠٠ ١٠ ١٠ ١٠ إلى وأعطى ٥٠ من التوصيل المحمي أي أعطى  
 توتر (٣٨٠) فولت في المثال السابق فإن المحرك عند هذه  
 وقد وصل شغل ٥٠٪ وأعطي توتر المثلي فإن المحرك يبدء ... مطاعة  
 ضعيفة ولا يمكن تشغيله على الحمل المحصص له

**ملاحظة ٣:** إذا تقلدنا بالتوصيل والعددية فإن استطاعة المحرك لا تتغير إلى المحمي  
 أو المثلي

### إقلاع وتشغيل المحركات الكبيرة الاستطاعة:

إن شدة تيار إقلاع المحركات الكبيرة الاستطاعة يكون كبيراً وتأثيره مسبقاً  
 وصاروا في الشبكة وأجهزة الحماية وملفات المحرك نفسه كما يرافقه هبوط كبير في  
 التوتر يظهر على أجهزة الإضاءة ومحركات الآلات المعدة في نفس الشبكة لذلك  
 تتبع إحدى طرق الإقلاع التالية.

١ - الإقلاع بالتوصيل المحمي ثم التشغيل الدائم بالتوصيل المثلي. على أن يكون  
 توتر الشبكة هو التوتر المثلي للمحرك. وبذلك نضمن أن يكون تيار الإقلاع  
 ضعيفاً نسبياً، فإذا كانت الشبكة الثلاثية (٣٨٠ ف) فإن المحرك ذو توتر  
 اسمي ٦٦٠ ٧ ف ٣٨٠ ٥ ف ولتنبذ هذه الطريقة يستخدم ما يلي  
 أ - مبدلة يدوية ذات ثلاثة وضعيات  $O \leftarrow Y \leftarrow \Delta$  توصل أطراف المحرك  
 الستة إليها وكذلك خطوط الفارات. فيقلع المحرك بالتوصيل المحمي  $Y$   
 وبالتوتر (٣٨٠ ف) بينما يتحمل (٦٦٠ ف) وبعد فترة قصيرة تدار المبدلة  
 إلى التوصيل المثلي ويكون توتره صحيحاً واستطاعته بنفس قيمتها  
 الاسمية

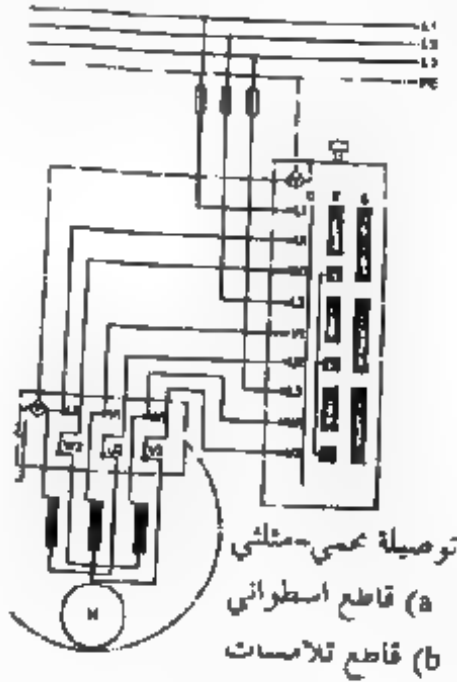
ب - دائرة تحكم بقواطع آلية (كونتاكتورات) ولها كباسة إقلاع فيبدأ المحرك  
 بالتوصيل المحمي، وكباسة تشغيل بالتوصيل المثلي وكباسة للإيقاف ولا  
 يمكن تسلسل التشغيل إلا بالمحامي ثم المثلي، وتدعى دائرة تحكم نصف آلية.

ج - دائرة تحكم آلية باستخدام قواطع آلية وموقت زمني وكباسة واحدة  
 تصف عند الرغبة بتشغيل المحرك فيوصل المحرك بشكل نجمي، وبعد فترة  
 محددة يضبطها الموقت ينتقل المحرك للتوصيل المثلي  $\Delta$ .

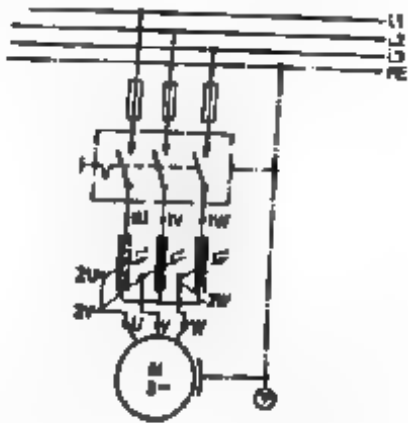
٢ - الإقلاع عن طريق مجموعة مقاومات تسلسلية مع المحرك تحذف بعد إقلاع

المحرك على مراحل أو دفعة واحدة فذلك يصعب تيار لإقلاع وسحب مساوؤه وأضراره

٣ - الإقلاع عن طريق محول داسي ثلاثي يعدي المحرك بثوتر ضعيف عند الإقلاع ثم يعديه بتوتره الاسمي بعد أن يبلغ سرعته السرعة الطبيعية. ويمكن استخدام دائرة تحكم نصف الية أو آلية بإضافة مؤقت رمسي يمكن ضبطه على الزمن المناسب اللازم للانتقال لياً من التوصيل سحبي إلى المثلي النهائي.

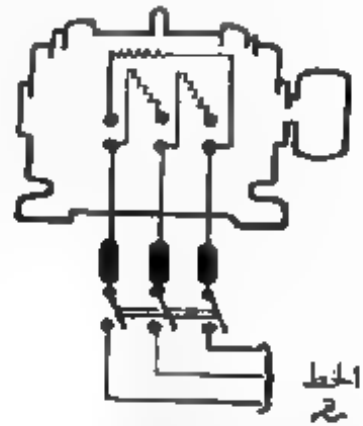


إقلاع  $\Delta / Y$  يسوي



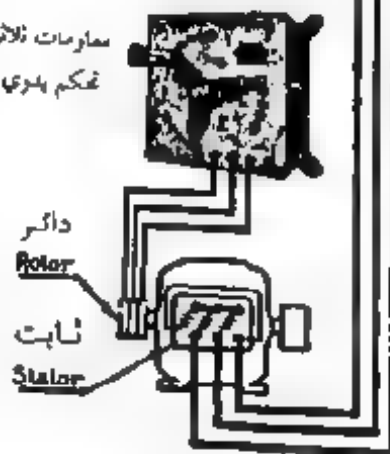
الإقلاع بوساطة محول داسي

فلاخ مباشر



التغذية  
Ligne

مقاومات ثلاثية  
تحكم يدوي



الإقلاع يوصل مقاومات مع ملفات الدوائر في المحرك ذو الدوائر الملفوف

### أنواع التوصيل الداخلي لملفات المحرك الثلاثي:

إن المحرك الثلاثي يتكون من ثلاث مجموعات وكل مجموعة طور تكون مؤلفة من مجموعة واحدة أو أكثر فممكن توصيلها على التسلسل أو التفرع ما يناسب مع توتر الشبكة والتوتر المحصص لكل مجموعة ومن المعلوم سابقاً أن

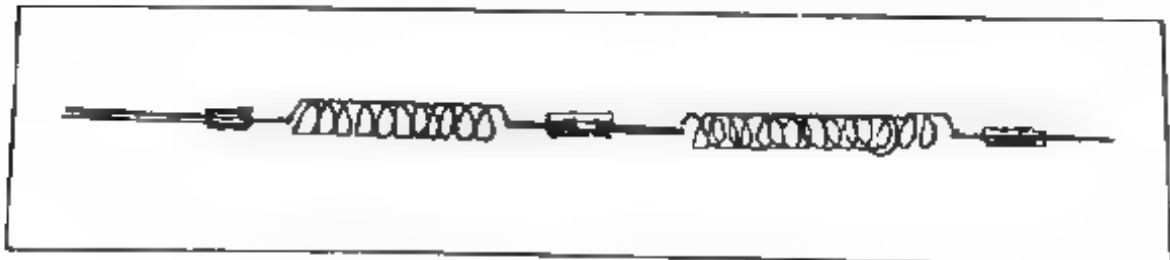
أ- توتر كل مجموعة في الوصل التسلسلي =  $\frac{\text{التوتر الكلي}}{\text{عدد المجموعات السلية}}$  ويكون شدة التيار متساوية

ب- توتر كل مجموعة في الوصل التفرعي = التوتر الكلي. وهو متساو في كل المجموعات التفرعية وشدة التيار الكلية = مجموع الشدائد التفرعية

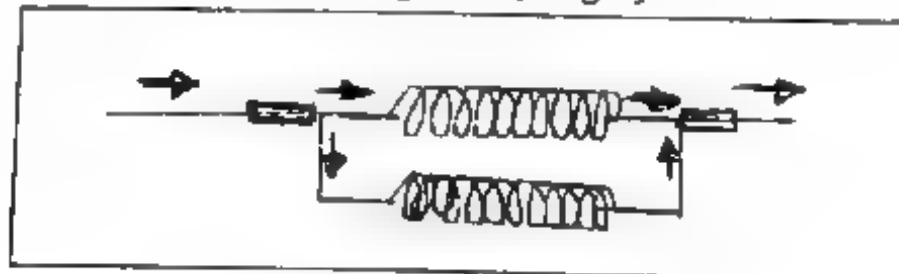
وسواء كان التوصيل تسلسلي أو تفرعي تبقى إمكانية التوصيل في لوحة المحرك بشكل Y أو Δ كما هي

وفي كل الحالات يجب أخذ معلومات توصيل المحرك بشكل صحيح وكامل قبل نزع مفاتيحه لإعادة لفة.

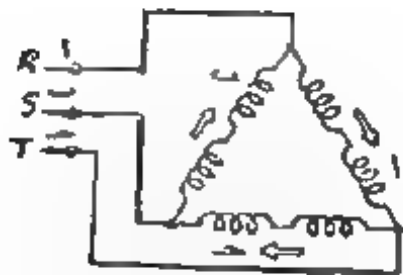
ومن الساحة العملية يمكن معرفة التوصيل التسلسلي بتتبع بداية أو نهاية أطراف المجموعات وكشف عدم وجود أي وصلة تفرعية فيها، بينما التوصيل التفرعي فلاحظ أن بداية ونهاية أطراف المجموعات متصلة مع غيرها بشكل دارتين أو ثلاث دارات أو أكثر على التفرع.



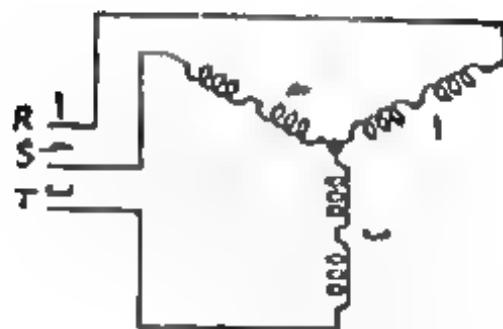
وصل مجموعتين على التسلسل



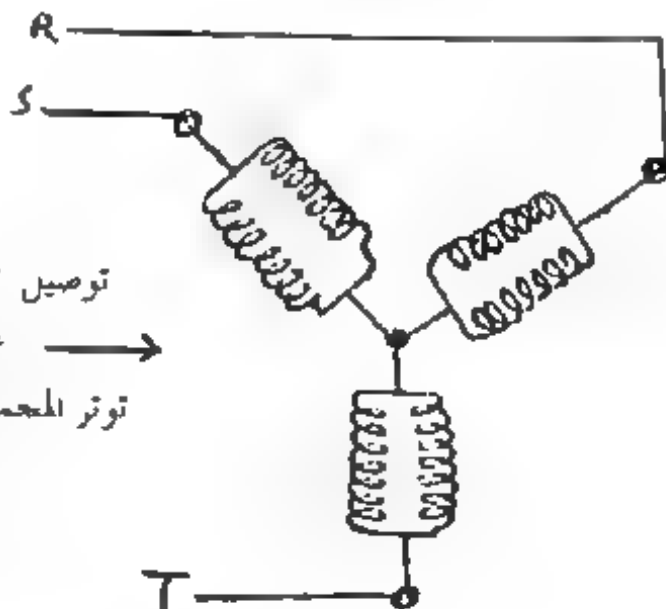
وصل مجموعتين على التفرع



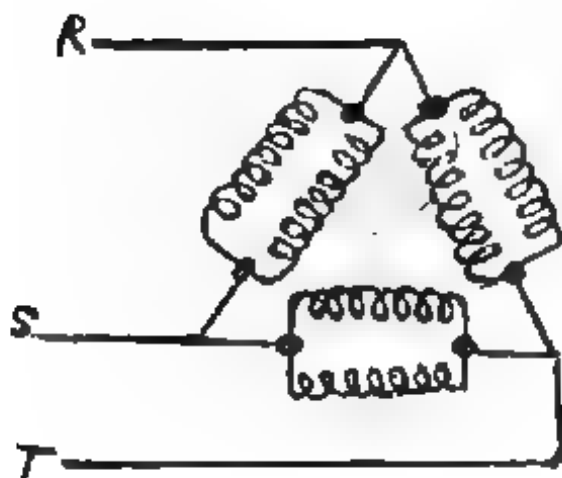
توصيل  $\Delta$  تسلسلي بمجموعتين  
على التسلسل  
توتر المجموعة = ف بين طورين  
 $\sqrt{2}$



توصيل  $Y$  تسلسلي بمجموعتين  
على التسلسل  
توتر المجموعة = ف البسيط  
 $\sqrt{2}$



توصيل  $Y$  تفرعي بمجموعتين  
على التفرع  
توتر المجموعة = التوتر البسيط



توصيل  $\Delta$  تفرعي بمجموعتين على  
التفرع  
توتر المجموعة = التوتر بين طورين





## أعطال المحركات الثلاثية

### أ - الأسباب المؤدية إلى حدوث الأعطال في المحرك

- ١ - زيادة توتر تغذية المحرك عن التوتر الاسمي لمسجل عليه وخاصة إذا كانت الריادة كبيرة. وكذلك ضعف التوتر بشكل كبير وخاصة مع وجود حمل المحرك.
- ٢ - انقطاع أحد خطوط التغذية لثلاثية من داخل المحرك أو خارجه (في المحرك الثلاثي فقط).
- ٣ - توصيل لوحة المحرك بشكل غير صحيح مما يتناسب مع توتر الشبكة. مثال تغذية المحرك بـ (٣٨٠ف) وتوصيله بشكل  $\Delta$  بدلاً من النجمي Y أو تغذيته بتوتر ٢٢٠ف وتوصيله على ١١٠ف في الأحادي.
- ٤ - زيادة الحمل على المحرك بسبب سوء استخدام الآلة أو زيادة حملها.
- ٥ - تشغيل المحرك لمرن طويل في درجة حرارة عالية.
- ٦ - نقص في التهوية بسبب ظروف المكان أو إنسداد فتحات التهوية.
- ٧ - تسرب الرطوبة أو الماء إلى الملفات أو لوحة الوصل.
- ٨ - نقص التشحيم أو التزييت أو جفافهما بعد تقادم عمل المحرك مما يسبب زيادة الاحتكاك أو تعطل (الرولمانات أو الباغات).
- ٩ - إلتواء أو تقوس في محور الدوران بسبب صدمة أو زيادة الحرارة.
- ١٠ - تلامس المروحة مع الملفات بسبب خلل تثبيتها أو تداخل في رباط الملفات
- ١١ - تداخل أو فصل في لحام وصلات الملفات أو انقطاع في ملف لسبب من الأسباب.

١٢ - عطل في دائرة القفص السحايي مثل تشقق في قضبان الألمنيوم بعد ارتفاع حرارته ويصعب كشف هذا العطل النادر ويلزم غالباً استبدال العضو الدائر بمثله لإصلاح المحرك.

### ب - أما أسباب تعطل المحرك المعاد لقه حديثاً فهي:

- ١ - خطأ في توصيل الملفات أو المجموعات مع بعضها أو استبدال التسلسلي بفرعي أو العكس أو وجود مجموعات طور معكوسة أو ملف داخل مجموعة.

- ٢ - خطأ في عدد اللغات أو قطر السلك
- ٣ - خطأ في خطوة التنزيل.
- ٤ - احتكاك وتلامس بين اللغات وجسم المحرك
- ٥ - تبريل بعض اللغات خلف العازل الكرتوني في المحرى أو نقص في طول عطاء العازل الكرتوني.
- ٦ - إعادة تركيب الأجزاء بشكل غير صحيح
- ٧ - توصيل المكثف مع ملفات التشغيل بدل الإقلاع أو عدم التقييد بسعة المكثف أو توتره

### ظواهر وعلامات أعطال المحرك:

- ١ - المحرك لا يقطع مع عدم وجود أي صوت.
- ٢ - المحرك لا يقطع مع وجود صوت أريز يدل على وصول التيار إلى ملفاته
- ٣ - المحرك يقلع وعزم دورانه ضعيف
- ٤ - ارتفاع حرارة المحرك بعد فترة قصيرة.
- ٥ - إنصهار الفاصحة أو فصل القاطع الأتوماتكي عند كل إقلاع.
- ٦ - زيادة شدة التيار في أحد الأطوار أو أكثر
- ٧ - إصدار رائحة احتراق الورنيش وظهور دخان.
- ٨ - تكهرب جسم المحرك.

### وتقسم هذه الأعطال إلى:

- أ - أعطال كهربائية. ب - أعطال ميكانيكية.

### الأعطال الكهربائية:

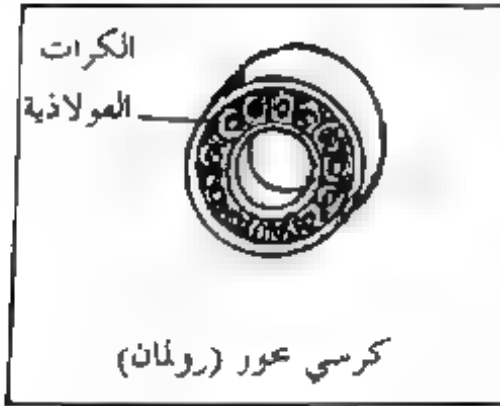
- ١ - انقطاع فاز واحد أو فازين.
- ٢ - زيادة التوتر أو ضعفه.
- ٣ - خطأ في توصيل اللوحة أو خلل في مرابطها.
- ٤ - فصل داخلي في منفات طور واحد أو أكثر أو تحلل اللحام.
- ٥ - تلف العازل في الملفات وقصر فيها.
- ٦ - تلامس بين اللغات والجسم المعدني مؤدياً لتكهرب الجسم المعدني.
- ٧ - تسرب الرطوبة أو الماء إلى المنفات.
- ٨ - زيادة الحمل أو زيادة شد السير على بكرة المحرك أو تلف مسننات الربط.

## الأعطال الميكانيكية:

- ١ - نقص في تشحيم الرولمانات أو ريت الباعث ويؤدي إلى صحيح المحرك أ.د.
- الدوران وارتفاع حرارته وبخاصة قريباً من كراسي المحور
- ٢ - تلف في الرولمانات أو الباعث أو تأكسده بالرطوبة وله نفس مظاهر العطل
- الساكن وقد يؤدي إلى صعوبة دوران المحور (كربخته) فتحترق ملفات المحرك
- ٣ - تلامس بين العنصر الدائر والثابت بسبب اتواء المحور أو عدم تركيب الأعطية بشكل صحيح
- ٤ - تلامس بين المروحة والملفات
- ٥ - دخول جسم غريب مثل الرمل أو اعمار أو قطع صغيرة بين الدائر والثابت
- ٦ - زيادة شد السير (القشاطر) أو مسننات الربط مع المحرك.

## استخدام كراسي المحور (الرولمانات) في المحرك:

إن كراسي المحور تدعى (رولمانات) أو (بيليت) أو مدحرجات وهي التي تسهل دوران محور المحرك بأقل احتكاك ممكن ويتألف من الحلقة الداخلية التي تدور مع المحور وتحيط به وقطرها الداخلي يساوي قطر المحور تماماً - وحلقة خارجية يحيط بها جسم الفطاء. وبين الحقتين توجد الكرات الفولاذية الناعمة جداً والقاسية تتحرك في مجرى خاص مملوء بالشحم المعدني المناسب وتتماسك الكرات بصوق خاص وقد يكون لها شكل اسطواني أو مخروطي في بعض الأنواع الكبيرة.



وقد يعطى جانب من الرولمان لحماية من دخول الرطوبة والغبار وأحياناً يعطى الجانبان وفي هذه الحالة يكون مجهزاً بالشحم الكامل.

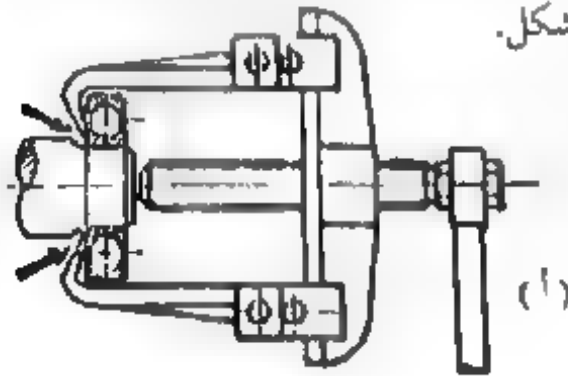
يظهر على الرولمان رقم خاص يدل على مواصفاته العالمية مثل (...6203 - 6202Z - 6201).

بعد العمل الطويل تحف مادة الشحم وقد تدخله الرطوبة أو الماء مما يسبب زوال الشحم وانصداً ثم الإحتكاك بين الكرات الفولاذية وجسم الرولمان فتكثر مسافة المحرك ويزداد تأكسد المعدن فيصبح دورانه صعباً وإحتكاكه كبيراً. وبه صوت قوي واضح (صحيح) ومن مظاهر عطل الرولمان:

- ١ - وجود الأكسدة عليه وده ، انه يصعب دة و حروا حدة
- ٢ - دورانه بسهولة مع وجود تحلل في الحافة الداخلية والذ
- حفاف الشمع واحتراقه بسرعة
- ٣ - وجود تحلل بحيث إذا ثبت القسم الداخلي باليد ، فإن القسم الخارجي للرولمان وأرجحته بشكل عمودي على

### البريسة (أداة تزع الرولمان):

تتألف من ذراعين أو ثلاثة أذرع مقوسة الأطراف ، تتصل على قطعة تتحرك على محور مسمو طرف مذهب أو مذهب عاري ، ولها ذراع صغيرة للتركيز على ثقب محور المحرك أثناء العمل ، والأطراف الأخرى مسمو رأس المحور على نقطة مركز محور المحرك ثم يدار المحور المسمو بمصباح شق فيصعد على محور المحرك ويؤدي إلى سحب الرولمان العاطل بالتدريج ، ويتحلل متوازن . ويجب قبل هذه العملية التأكد من تنظيف محور المحرك من الصدأ وإزالة ما بين محروح الرولمان بواسطة ورق صنفرة أو ميرد ناعم ، ومع نقطة ريب عليه وهناك بريسة لسرع كراسي المحور الداخلية ، وأما الأذرع البكرات المثبتة على محور المحرك أو الآلة كما في الشكل .

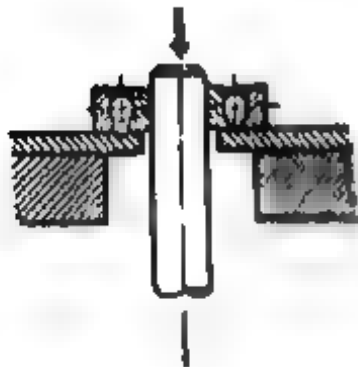


### نوع كراسي المحاور الرولمان:

يمكن نزع كرسي محور الرولمان عن المحور بواسطة الآلة (بريسة).

من المهم جداً ضغط الآلة الموجودة على المحور فقط بآلة النارة.

كرسي محور الرولمان يمكن أن يقطعني حديد مبستطينين أن على فكلي ملزمة





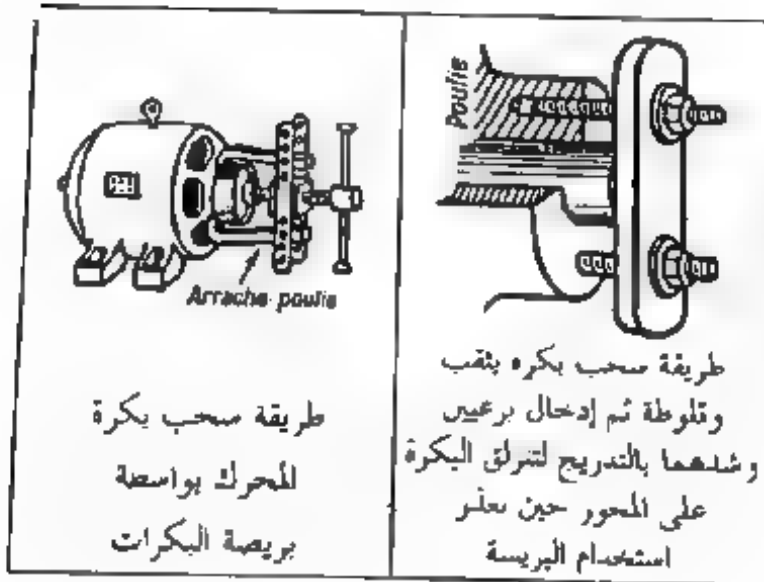
(ج)

انحرى المحور بصريبات بمعرفة  
بوساعة مطرقة، شريطة استعمال  
قطيع واقية مثل الخشب أو  
الحاس الاحمر أو الالومنيوم على  
بهاية المحور، حتى تحجب  
تحرير المحور

الشكل بين نارعة كراسي المحاور اداحية.



طريقة سحب الرومان  
بالريسة



## نموذج طرق متابعة عطل ما في المحرك

جدول رقم (١) المحرك لا يقلع وليس فيه صوت:

- مظهر العطل ← المحرك لا يقلع وليس فيه صوت

الأسباب:	فاز أو أكثر فيها انقطاع
١ - الاحتمال (١)	صفائح وصل اللوحة غير مشدودة تماماً لتحقيق الوصل النحوي أو المثالي.
الإصلاح	التأكد من شد صواميل اللوحة
٢ - الاحتمال (٢)	توصيل أطراف البدايات ونهايات غير صحيح مع اللوحة.
الإصلاح	لتأكد من الأصناف بمجال الأوم أو مصباح السيري.
٣ - الاحتمال (٣)	انقطاع داخلي في الوصلات أو الملفات أو تداخل اللحام.
الإصلاح	فك الأغشية وتبيغ الملفات
٤ - الاحتمال (٤)	تلف الملفات واحترق العازل
الإصلاح	إعادة لف المحرك كلياً.

جدول رقم (٢) المحرك لا يقلع وله صوت:

- مظهر العطل ← المحرك لا يقلع وله صوت

الأسباب:	انقطاع في أحد الملفات أو خطأ في توصيل وصلات اللوحة.
١ - الاحتمال (١)	وصلات اللوحة غير مشدودة تماماً ← شد الصواميل تماماً
٢ - الاحتمال (٢)	توصيل البدايات ونهايات غير صحيح ← نأكد من ذلك بالأوم أو السيري
٣ - الاحتمال (٣)	تدخل في لحام الملفات أو انقطاعها ← فك الأغشية وتأكد من الملفات والوصلات
٤ - الاحتمال (٤)	تلف الملفات واحترق العازل المغلف لها ← إعادة لف المحرك كلياً.



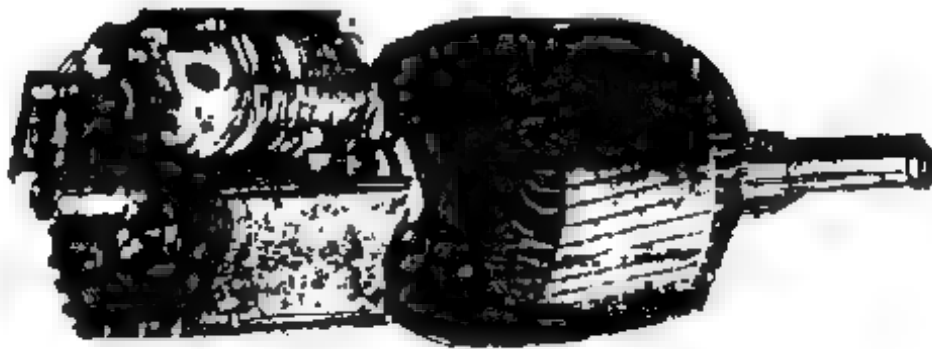
## المحرك ذو الدائر الملفوف

- ١. ملف عن المحرك الثلاثي الصناعي (دو القفص حثري) في بعضه
- ٢. الذي يحتوي على ملفات داخل مجاريه توصل أطرافها إلى (٣) حلفات
- ٣. على محور الدوران ومعزولة عن بعضها وعن المحور وتدعى حلفات الدائر

### العضو الدائر الملفوف:

يتكون من صمائح الحديد السيلييسي الرقيقة (٠,٥ مم) والمجمعة مع بعضها بشكل إسطواني داخله محور الدوران ولها مجاري موازية للمحور أو تميل عليه قليلاً. تعزل هذه المجاري أو الفجوات وتنزل فيها الملفات بحيث تشكل ثلاث مجموعات توصل عادة بشكل نجمي.

والأطراف الأخرى تصل إلى حلفات الانزلاق المكونة من النحاس القاسي أو من البرونز مثبتة على المحور ومعزولة عنه تماماً وتلامسها ثلاث مسفرات (فحسات) توصل بمجموعة مقاومات ثلاثية تعيد في إقلاع المحرك تدريجياً لتعادي الإقلاع المباشر بشدة تيار كبيرة.



العضو الدائر لمحرك ثلاثي مع مقاومات إقلاع بمبدأ القوة الطاردة المركزية

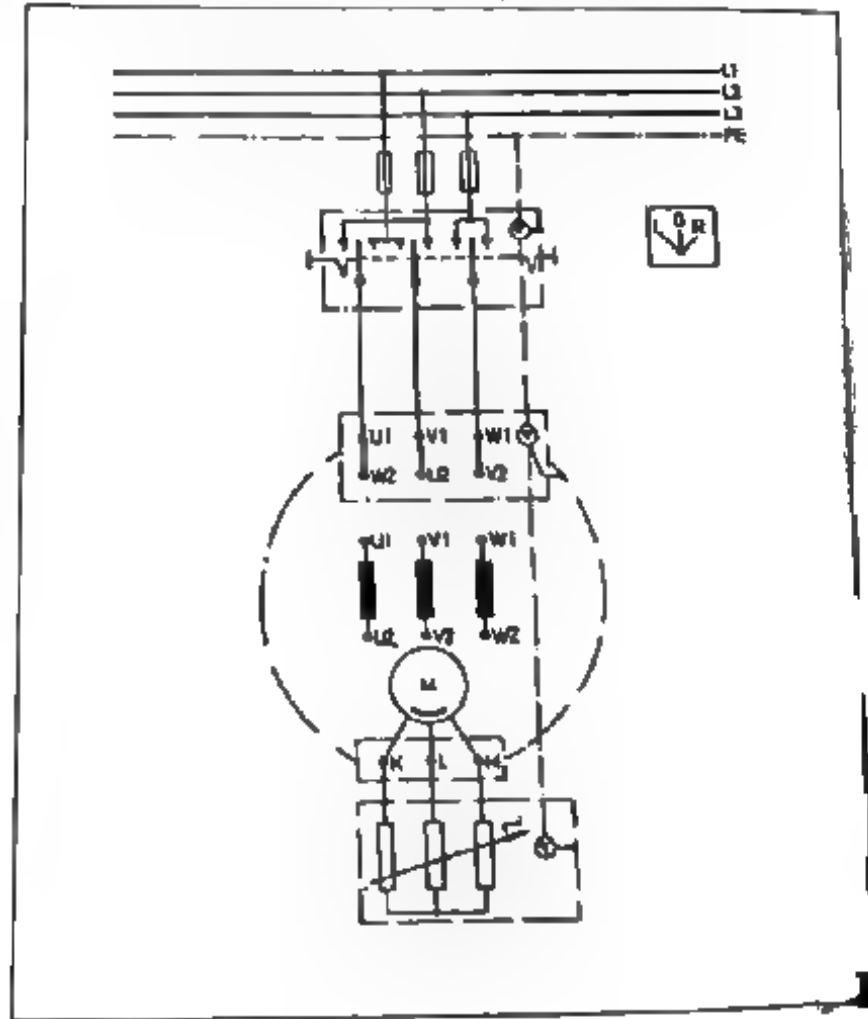


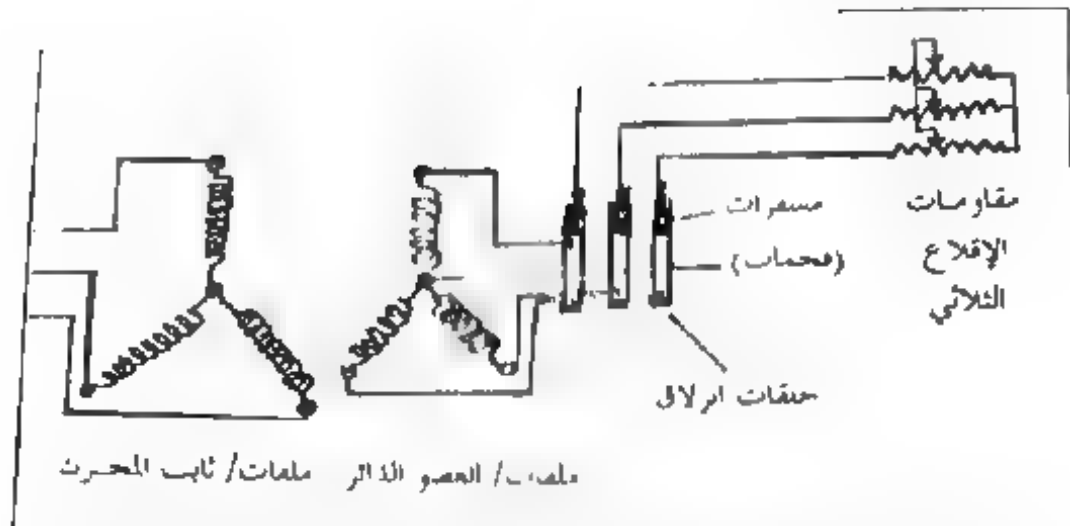
### إقلاع المحرك ذو الدائر الملفوف:

إن إقلاع المحرك مباشرة يؤدي لزيادة كبيرة في شدة التيار لها أثر ضار على الشبكة وملفات المحرك وأجهزة الحماية ولتجنب ذلك وخاصة في المحركات الكبيرة الاستطاعة تستخدم مقاومات إقلاع ثلاثية تتصل بواسطة الفحسات مع ملفات الدائر ثم تقصر تدريجياً بعد إقلاع المحرك ولها أنواع خمسة:

- ١ - مقاومات ثلاثية ذات ذراع مرن ثلاثي
- ٢ - مقاومات ثلاثية ذات ذراع دوار ثلاثي
- ٣ - مقاومات ثلاثية تقصر بشكل الي عن طريق كونتاكتورات ومؤقت زمني.
- ٤ - مقاومات ثلاثية تقصر أوتوماتيكياً مع ازدياد سرعة الدوران وذلك عن طريق مبدأ القوة البائدة، أي كلما رادبت السرعة تقصر المقاومات ثم تحذف نهائياً عند الدوران الطبيعي.
- ٥ - مقاومة سائلة تستخدم في المحركات الكبيرة.

محرك دائر  
ملفوف  
مع مقاومة  
بدء حركة موصولة  
مع  
دائرة الدائر





توصيل محرك ثلاثي دالر مسفوف مع مقاومات إقلاع متغيرة لتخفيف تيار الإقلاع

### أعطال العضو الدائر الملفوف:

يتعرض لنفس الأعطال العامة التي تصيب أي جهاز كهربائي كحدوث تخلخل في الوصلات أو قصر بين الملفات أو تلامس مع الجسم المعدني وخاصة بسبب دورانه وتعرضه لقوى الطرد المركزي التي قد تسبب في خروج بعض الملفات من مجاريها وخاصة إذا كانت المجاري غير معنقة والملفات غير جيدة التثبيت والورنشة.

وتتعرض حلقات الانزلاق للتآكل وخاصة إذا كان ضغط المسفرات كبيراً أو كانت المسفرات من النوع انقاسي، تكشف هذه الأعطال بنفس الطرق المعروفة ويجري الإصلاح أو إعادة اللف بشكل مناسب.

جدول يبين استطاعة المحركات وشدتها ومقطع الناقل وغيار الربلية  
(محركات لثالية ٥٠ - ٦٠ هرتز)

مقطع الناقل مم <sup>٢</sup>	التوتر (٣٨٠ ف) لثالي		التوتر (٢٢٠ ف) لثالي		غيار الربلية (أمبير)
	الاستطاعة (حصان)	الشدّة (أمبير)	الاستطاعة (حصان)	الشدّة (أمبير)	
١,٥	٠,٢٥	٠,٦	٠,١٥	—	١ - ٠,٦
١,٥	٠,٥	١	٠,٢٥	١,١	١,٦ - ١
١,٥	٠,٧٥	١,٥	—	—	—
١,٥	١	١,٩	٠,٥	١,٨	٢,٥ - ١,٥
١,٥	١,٥	٢,٦	٠,٧٥	٢,٥	٤ - ٢,٥
١,٥	٢	٣,٤	١	٣,٢	٤ - ٢,٥
١,٥	٢,٥	٤,٢	١,٥	٤,٤	٦,٥ - ٤
١,٥	٣	٤,٩	٢	٥,٨	٦,٥ - ٤
١,٥	٤	٦,٣	٢,٥	٧,٣	١٠ - ٦
١,٥	٥	٧,٨	٣	٨,٤	١٠ - ٦
١,٥	٦	٩,٣	٤	١١	١٤ - ٩
١,٥	٧,٥	١١,٥	٥	١٣,٥	١٤ - ٩
٢,٥	١٠	١٥	—	—	—
٤	١٥	٢٢	٧,٥	١٩,٥	٢٥ - ١٦
٦	٢٠	٢٩	١٠	٢٦	٣١ - ٢٠
١٠	٢٥	٣٦	١٥	٣٩	٤٣ - ٢٨
١٦	٣٠	٤٢	٢٠	٥١	٦٠ - ٤٠
١٦	٣٥	٥٠	—	—	—
١٦	٤٠	٥٦	—	—	—
١٦	٥٠	٦٩	٢٥	٦٣	٧٥ - ٥٠
٥٠	١٠٠	١٣٦	٥٠	١٢٥	١٥٠ - ١٠٥

جدول استطاعة وشدة تيار الحمل الكامل للمحرك ذات اللآلئ والاحادية

الاستطاعة		محرك أحادي الطور		محرك لآلئ الطور	
حصان H.P	ك وات KW	أشدة A ١١٠ ف	أشدة A ٢٢٠ ف	أشدة A ٣٣٠ ف	أشدة A ٣٨٠ ف
٠,٣٣	٠,٢٥	٤	٢	١,١	٠,٦٥
٠,٥٠	٠,٣٧	٦,٤	٣,٢	١,٧	١
٠,٧٥	٠,٥٥	٩,٦	٤,٨	٢,٥	١,٤
١	٠,٧٥	١٢	٦	٣	١,٨
١,٥	١,١	١٧,٥	٨,٧	٤,٦	٢,٧
٢	١,٥	٢٣	١١,٥	٦	٣,٥
٣	٢,٢	٣٤	١٧	٩	٥,٣
٤	٣	٤٦	٢٣	١٢,١	٧
٥	٣,٧	٥٨	٢٩	١٥,١	٨,٧
٦	٤,٤	٧٠	٣٥	١٨	١٠,٥
٧	٥,٥	٨٠	٤١	٢١	١٢
٨	٥,٩	٩٠	٤٥	٢٣	١٣,٥
٩	٦,٥	١٠٠	٥٠	٢٥	١٤,٥
١٠	٧,٣	١١٠	٥٥	٢٨	١٦,٢
١٥	١١	١٦٥	٨٣	٤١	٢٣,٥
٢٠	١٥	٢١٠	١٠٥	٥٥	٣٢
٢٥	١٨,٥	٢٥٠	١٢٥	٦٦	٣٨
٣٠	٢٢	٣٠٠	١٥٠	٧٨	٤٥
٤٠	٣٠	٣٩٠	١٩٥	١٠٤	٦٠
٥٠	٣٧	٤٨٠	٢٤٠	١٢٥	٧٢

**ملاحظة:** قد تختلف شدة تيار المحرك عن الجدول عند اختلاف عدد الأقطاب أو عامل الاستطاعة ونسبة قليلة فقط.



## المحرك التوافقي (التزامني) (SYNCHRON)

هو عبارة عن متوبة ومحرك تيار متناوب يحتوي دائره على ملفات بشكل أقطاب مغناطيسية ذات عدد زوجي (٢ - ٤ - ٦) وسم بعدية ملفات الدائر بتيا مستمر خارجي كمحرض المتوبة. وهذا المحرك قد يكون أحادياً أو ثلاثاً حسب طريقة لاه يبدأ هذا المحرك عمله كمتوبة ثم يوصل بالشبكة بعد أن تصل سرعة دورانه إلى سرعة التوافق والتي يحددها القانون

$$\text{السرعة} = \frac{\text{التردد} \times ١٢٠}{\text{عدد الأقطاب}} = \text{سر} = \frac{\text{ت} \times ١٢٠}{\text{ط}}$$

فلنور بسرعة ثابتة تساوي سرعة السيالة الدوارة وبذلك يصحح محركاً.

### طريقة تشغيل المحرك التوافقي:

- ١ - يغذى العنصر الدائر للمحرك بالتيار المستمر المناسب فيشكل الأقطاب المغناطيسية.
- ٢ - يدور محور المحرك بربطه بآلة محرك. وتعديل السرعة لتصل إلى سرعة التوافق.
- ٣ - يتولد في ملفاته الثابتة تيار متناوب، يضبط هذا التردد والتردد حتى يوافق توتر وتردد الشبكة.
- ٤ - يوصل كل طور من المحرك مع الطور الموافق في الشبكة عند لحظة التوافق التي تحدد بإحدى الطرق مثل المصابيح المصينة أو المظلمة أو بجهاز ضبط التوافق.
- ٥ - تفصل الآلة المحركة عن المحرك فيستمر المحرك بالدوران بسرعة التوافق الثابتة.
- ٦ - يحمل المحرك بحمله المحدد.

### خواص المحرك التوافقي:

- ١ - سرعة دورانه ثابتة ضمن مجال حمله النظامي.
- ٢ - توقف عن الدوران عند زيادة الحمل.
- ٣ - يصعب تشغيله إذ يبدأ كمتوبة ثم يعمل كمحرك ويجب تحقيق التوافق تماماً
- ٤ - أوجود آلة للتدوير وأخصائي فني للإشراف على هذه المراحل وتبعتها.
- ٥ - يجب تغذيته بالتيار المستمر لتشكيل الأقطاب.

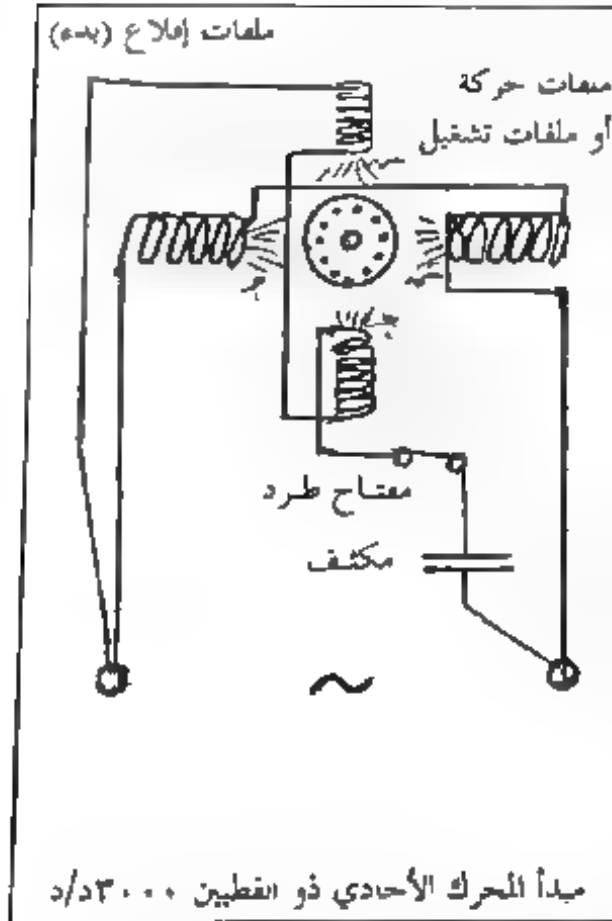
### استخدام المحرك التوافقي:

- ١ - يستخدم أحياناً لتوصيله مع شبكات القدرة بحسين عامل الاستطاعة عوضاً عن المكثفات.
- ٢ - يستعمل على نفس مبدئه المحركات الثابتة السرعة (محرك ساعة - آلة سينما - آلات مخاطر) ويمكن أن يقع كمحرك لا توافقي ثم يعمل بعد ذلك ويدور كمحرك توافقي.



## المحركات الأحادية الطور (MONOPHASE)

وهو من المحركات التحريضية اللاثوافقية (Asynchron) تعذى بطور واحد (فاز + نفر) تستخدم في محركات الأجهزة المنزلية (غسالة - سراد - مروحة) وفي الآلات الصناعية الصغيرة الاستطاعة حتى (١ كيلوواط) ويكون الدوائر من نوع القفص المسحابي غالباً وقد يكون دائره ملفوف أحياناً.



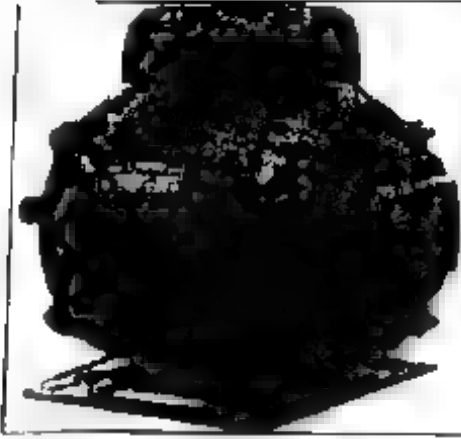
### مبدأ عمل المحرك الأحادي:

عند تعدية ملفات التشغيل بالتيار الكهربائي يتولد فيها قطبان مغناطيسيان أحدهما شمالي والاخر جنوبي. وباعتبار التيار متناوب فإنه يتولد في العصور الدائرة قوة حركة تحريضية تولد بحالاً مغناطيسياً معاكساً ولا يتمكن الدوائر من الدوران لأن القوة المغناطيسية تكون على محور واحد وبشكل متعاكس ومتساوي.

وتقوم ملفات الإقلاع التي تقع على زاوية (٩٠°) كهربائية من ملفات التشغيل من توليد فرق صفحة فيتشكل مزدوجة دوران

ويساعد وجود المكثف على تحسين الإقلاع وتكوين فرق الصفحة المناسبة.

وبعد إقلاع المحرك ودورانه يفضل قطع التيار عن ملفات الإقلاع فبذلك ينخفض التيار وكذلك حرارة المحرك المتراكمة. وبعض المحركات تبقى ملفات الإقلاع تعذى باستمرار طيلة عمل المحرك (محرك مروحة - محرك مضخة ماء منزلية) ويكون المكثف من نوع المكثف الدائم في النوع الأخير من المحركات.



محرك أحادي الطور ذو مكثف

استطاعة  $\frac{1}{3}$  حصان

لاحظ المكثف داخل الغطاء

ومعلومات اللوحة

### طرق فصل التيار عن ملفات الإقلاع بعد دوران المحرك:

أ - طريقة قاطع يدوي نوع درار أو قلاب:

ويستخدم في بعض المحركات الصغيرة الإستطاعة ويحمل قاطعين بدرع واحد قاطع رئيسي وقاطع للإقلاع - فعد حفضه للأسفل تتصل غماسات المفتاح الرئيسي ومفتاح الإقلاع فيقطع المحرك ويدور وعند ترك ذراع المفتاح يرتفع ذراع الإقلاع ويفصل التيار عن ملفات الإقلاع، ويستمر دوران المحرك وتلف ملفات الإقلاع إذا استمر ضغط المفتاح فترة طويلة فحترق الملفات أو يتعطل المكثف ويمكن جعل المفتاح بإتجاه دوار، فيدار عند طلب تشغيل المحرك ويعود المفتاح دنيأ جراً من الدورة بعد رفع اليد عنه فيفصل تيار ملفات الإقلاع.

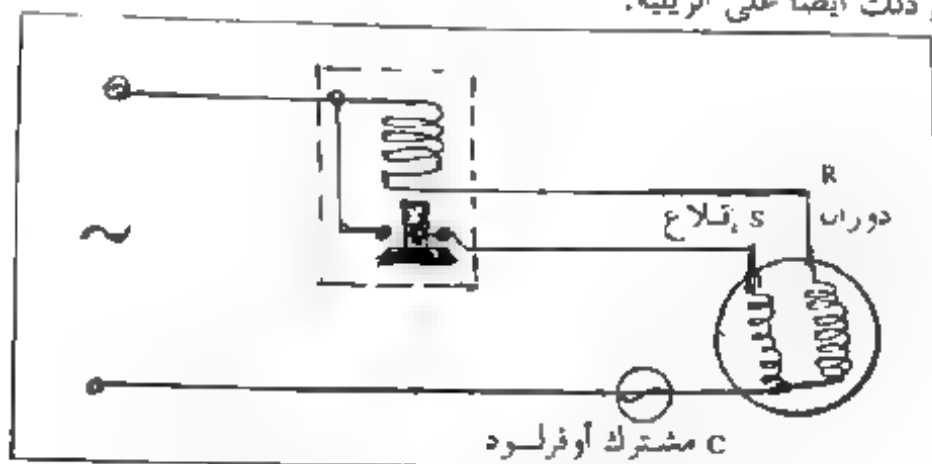
ب - ريليه مغناطيسية في (محرك البراد):

تثبت الريليه على جسم محرك ضاغط البراد وإلى جانبها الأوفرلود. وتتألف من ملف يجتازه تيار المحرك على التسلسل فيتولد فيه مجال مغناطيسي كبير بسبب ارتفاع شدة التيار عند إقلاع المحرك فتتجذب الواة الحديدية داخل الريليه فتوصل نقطتي التماس مما يجعل التيار يعدي ملفات الإقلاع ويعود التيار إلى الانخفاض فتضعف المغناطيسية داخل ملف الواة فتعود الحافظة إلى الأسفل بتأثير ثقلها، فينقطع التيار عن ملفات الإقلاع ويستمر المحرك في دورانه. وتكرر هذه العملية كلما توقف المحرك ثم عاد إلى الدوران.

أما عمل الأوفرلود فهو قطع تيار المحرك المار عن طريق الخط المشترك (C). حيث أنه يلامس جسم المحرك لينحسس حرارته فيقطع التيار بفضل صفيحة من معدن ثنائي ينحني بالحرارة أو زيادة التيار فيحمي المحرك وملفاته من الإحتراق،



ولكل أوولود خواص تشاب مع المحرك الذي يحمله من حيث الإسطاعة والتوتر وينطق ذلك أيضاً على الريليه.

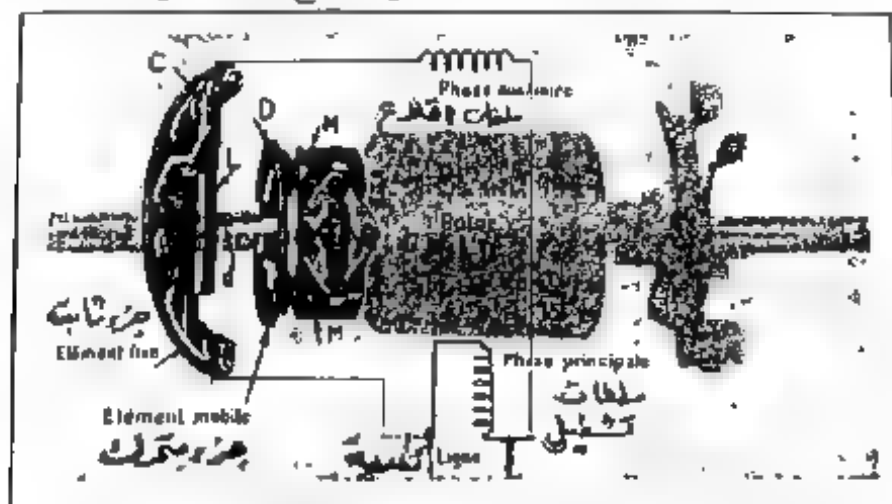


### مفتاح الطرد المركزي:

يعتمد على مبدأ القوة الطاردة المركزية ويتألف من جزء ثابت على غطاء المحرك وجزء مثبت مع محور الحركة ويدور معه.

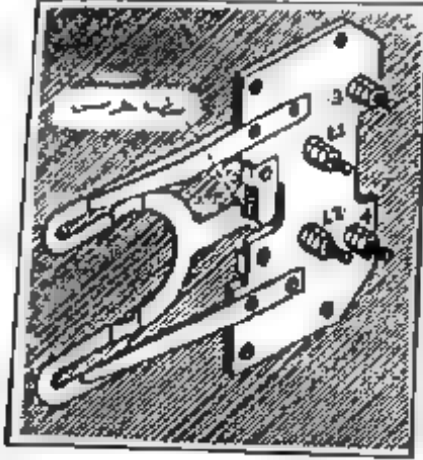
١- الجزء الثابت: يثبت على غطاء المحرك من داخله أو خارجه ويحتوي على نقطتي تماس تتلامسان عندما يكون المحرك متوقفاً وتبتعدان عند وصول المحرك إلى سرعة تقارب  $\frac{2}{3}$  سرعة دورانه النظامية ويتحكم نقطتي التماس الجزء المتحرك للمفتاح.

يشكل الجزء الثابت قاطع لتيار ملفات الإقلاع فهو موصل معها على التسلسل ولا علاقة لاستطاعة المحرك أو توتره بعمل مفتاح الطرد بل علاقته بالسرعة.



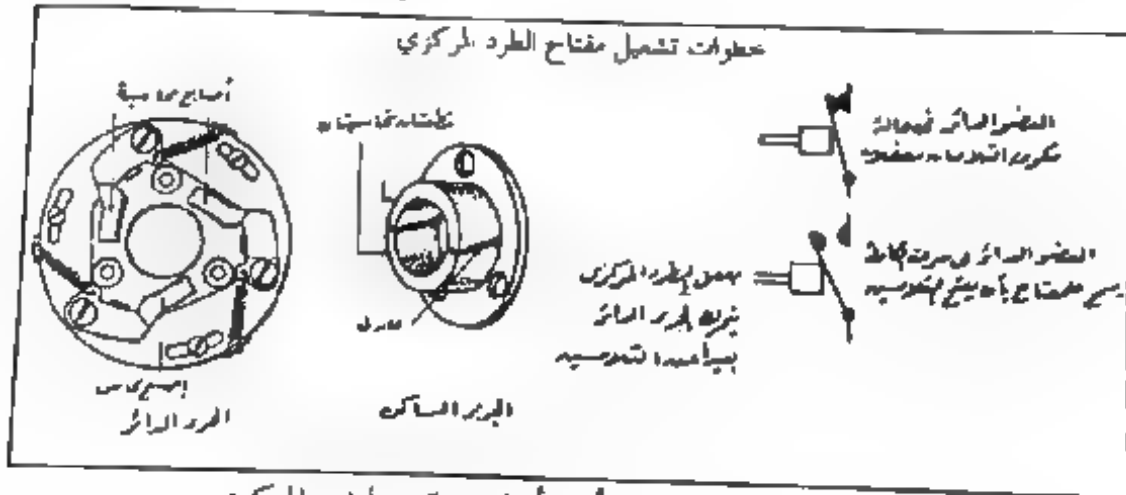
أجراء مفتاح الطرد المركزي (القسم الثابت والمتحرك)

٢ - الجزء المتحرك: مثبت على محور الدوران ويتألف من قطعتين معدنيتين ، أكثر تقارب مع بعضها بقوة شد نوابض عليها ولكن اريد سرعة الدوران يسمح



يجعل هذه القطع تساعد بالقوة السابدة التي تتعلب على شد النوابض وتتحول هذه الآلية إلى رفع الضغط عن نقطتي التماس فتفصلان ويقطع التيار عن ملفات الإقلاع فقط ويستمر المحرك بالدوران. إن تصميم مفتاح الطرد وقطعه ونوابضه يتناسب مع سرعة الدوران. وعند انخفاض سرعة المحرك تعود نقطتي التماس لتلامس.

الجزء الساكن في مفتاح طرد مركزي. لاحظ أن نهايتي الخط موجودتان على هذا المفتاح.



الجزء الساكن والدائر في أحد أنواع مفتاح لطرز المركزي

### ملفات المحرك الأحادي:

١ - ملفات التشغيل: وهي الملفات الرئيسية في المحرك وتدعى ملفات الحركة أو الدوران يصلها التيار طيلة عمل المحرك - وعدد مجموعات التشغيل يساوي عدد أقطاب المحرك غالباً وأحياناً يساوي نصف عدد الأقطاب (وذلك حسب التوصيل) تحتل ملفات التشغيل أعلى عدد مجاري المحرك ونظائماً  $\frac{2}{3}$  عدد المجاري الكلية - وقطر سلكها أكبر من قطر سلك الإقلاع - ويمكن توصيل مجموعات التشغيل على التتسلسل أو التفرع. وذلك حسب استطاعة المحرك



والحرارة والصياح مع بقاء عزم المحرك وإقلاعه مناسباً وحوالي ١٠٠ - ١٠٠ د. ب.  
بقراءة التوتير الاسمي للمكثف المتوصل معها فهو حوالي (١٢٥٠) إذا كان  
سيتعدي بـ (٢٢٠ فولت) وحوالي (١٥٠ - ١٦٠ ف) إذا كانت ملفات الإقلاع  
تأخذ نصف توتر التشغيل مثل محرك العساة العادية

نزل ملفات الإقلاع بعد تنزيل ملفات التشغيل في محاريها



ملفات محرك أحادي ٢ قطب  
٣٠٠٠ د/د  
الإقلاع بمجموعتين في الداخل  
التشغيل بمجموعتين في الخارج



ملفات محرك أحادي ٤ قطب  
١٥٠٠ د/د  
الإقلاع ٤ مجموعات في الداخل  
التشغيل ٤ مجموعات في الخارج

### توزيع مجموعات المحرك الأحادي:

توزع مجموعات المحرك الأحادي  
بشكل متعادل ومتساو فالمحرك ذو القطبين  
يحتوي على مجموعتي تشغيل ومجموعتي  
إقلاع. وتكون خطوة كل مجموعة بحيث  
تغطي حوالي نصف المحيط. وبين التشغيل  
والإقلاع (٩٠° كهربائية) كما في الشكل.

أما المحرك ذو الأربعة أقطاب فله أربع  
مجموعات للإقلاع وأربع مجموعات للتشغيل  
تحتل كل مجموعة ربع محيط العنصر الثابت  
وبينهما أيضاً (٩٠° كهربائية). أي كل  
مجموعة تشغيل تغطي نصف مجموعة إقلاع  
في كل المحركات الأحادية (٢ - ٤ - ٦ - ٨ قطب).

### المكثف في المحرك الأحادي:

المكثف هو عبارة عن سطحين مائليين متوازيين بينهما عازل تدعى (لبوسي  
المكثف) ويكون العازل من الورق أو الميكاف أو الهواء أو غيره ويستخدم أحياناً  
الزيت لتقوية العازل وامتصاص الحرارة ووظيفة المكثف مايلي:

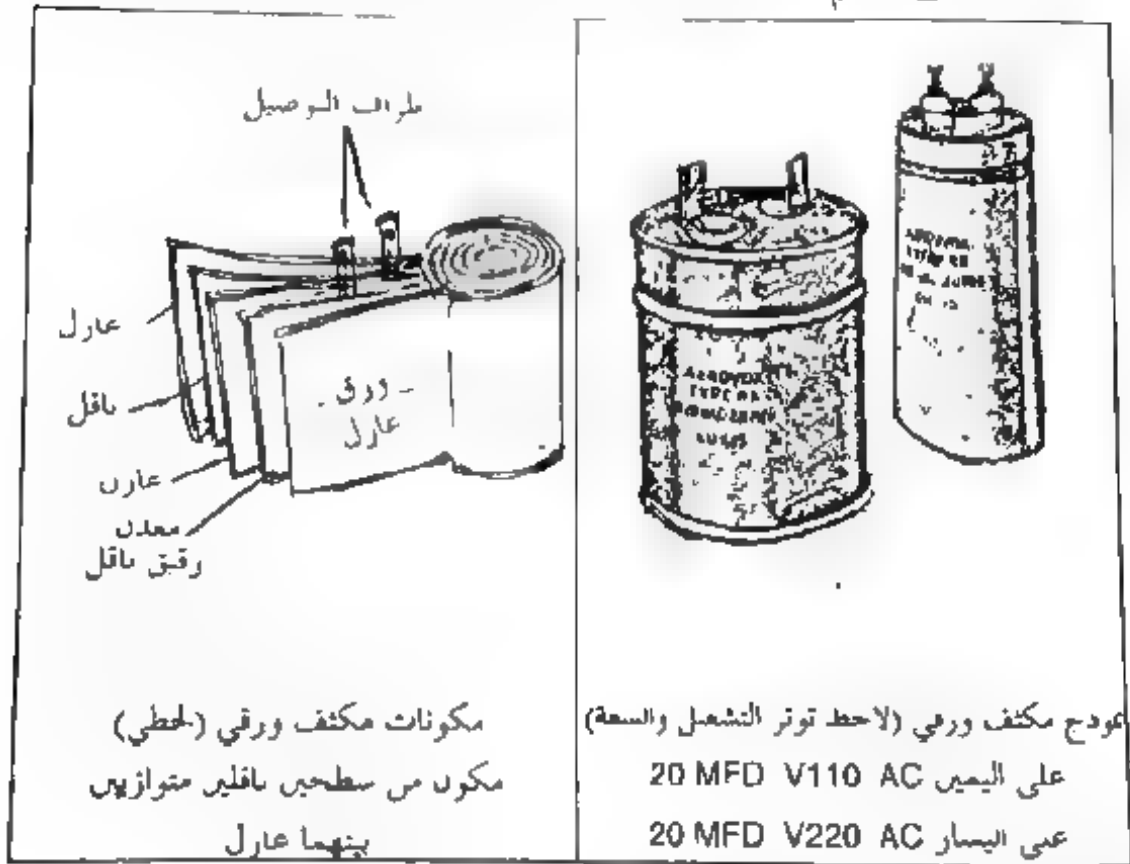
- ١ - تكوين فرق الصفحة بين تيار ملفات التشغيل وملفات الإقلاع.
- ٢ - تحسين عزم إقلاع المحرك.

٣ - تخفيف شدة تيار الإقلاع وتخميف الشرارة الباقية في مهناح الطرد عند قطع التيار بعد إقلاع المحرك

يوصل المكثف على التسلسل مع ملفات الإقلاع في أي نقطة فيها ويسجل عليه المعلومات التالية: ١ - سعة المكثف ١١٠ ، ١٥٠ ، ١٥٠ MFD أو ١٥٠ HF

٢ - توتر التشغيل بالهولت V

ويسجل عليه أحياناً حرارة التشغيل وتوتر الاختبار ونوع التيار AC وأقطاب التوصيل إذا كان كيميائياً وينشار إلى وجود الزيت داخله وخاصة المكثف الدائم



رمز المكثف: —||— مكثف عادي —|— مكثف كيميائي

المكثف اللحظي والمكثف الدائم:

المكثف اللحظي:

يستخدم في المحرك الأحادي الذي يحتوي على وسيلة لقطع التيار عن ملفات الإقلاع بعد إقلاع المحرك، مثل قاطع يدوي أو ربيد أو مفتاح طرد مركزي.

وهذا المكثف عازله رقيق وضعيف نسبياً فلا يتحمل وصله بالتيار إلا بمرور قصيرة ويتعرض للتلف أو الانفجار بسبب حدوث قصر دائرة بين لبوسيه. ولذلك فهو ذو حجم صغير وسعة كبيرة وتوتر تشعبيه ضعيف ويستخدم في محرك العسالة العادية ويثبت على جسم المحرك.

### المكثف الدائم

يستخدم في المحرك الأحادي الذي يستمر مرور التيار في ملفات الإقلاع والتشغيل مع استمرار عمل المحرك (مثل محرك مصخة ماء مرلية - مروحة سقف أو أرضية).

وهذا المكثف يقوى عازله بالزيت الخاص وغالباً ما يسجل ذلك عليه. فالزيت يحفظ متانة العزل ويساهم في خفض حرارته ومنع تسرب الرطوبة داخله ويمتاز المكثف الدائم بأنه ذو سعة صغيرة وحجم كبير بالمقارنة مع المكثف اللحظي وتوتر تشعيله كبير، ويتحمل مرور التيار لرأس صوبين بسبب سماكة العازل وقوته.

توضع عناصر المكثف في علبة معدنية أو بلاستيكية بشكل اسطوانتي أو متواري المسطويات أو بيضوي ويخرج قطبي السطحين المائلين (البوسين) بشكل طرفين ثابتين أو سلكين وقد يكون كل طرف ثابت له فرعين لإمكانية الوصل بواسطة مأخذ خاصة سهلة الفك والتركيب.

### فحص المكثف واختبار صلاحيته:

يعرض المكثف للتلف بسبب قصر دائرة بين سطحيه المائلين أو تسرب الرطوبة أو الماء في عازله أو ينقطع أحد قطبي توصيله. كما يتعرض لإعخاص في سعة مع مرور الزمن ويفحص بإحدى الطرق التالية:

أ - الفحص بالتيار: يوصل المكثف إلى التيار المتناوب ضمن حدود تحمله للحظة واحدة ثم يبعد عن التيار ويلامس طرفيه فيحدث فرقعة وشرارة مما يدل على صلاحية هذا المكثف. ويفضل فحصه على مأخذ مرود بدبجتور أو فاصمة أو ترك سلك واحد رفيع يوصله بالتيار كالفاصمة. فإذا كان المكثف فيه قصر يفصل الدبجتور أو ينصهر السلك الرفيع أو الفاصمة ويعتبر المكثف خطراً ويحدث التكهرب عندما يكون مشحوناً ولذلك يجب تفريقه قبل فحصه أو استخدامه.

ب - الفحص بالافومتر: (محال الأوم): يتألف من طرفي الخط ، وفصل أحدهما عن دارته، ثم يلامس طرفيه مع سلكي الأفومتر بعد وضعه على الأرض. إذا كان المناسب  $1 \times$  - أو  $10 \times$  أو أكثر، فهذا هو قدر الجهود المسموح بها. إلى جهة صفر الأوم ثم يعود ببطء إلى وضعه الأول وهذا يدل على صلاحية الخلية. أما عدم تحرك المؤشر بتاتاً فيدل على انفصال أحد الطرفين أو فصل الخلية. إذا بقي المؤشر عند الفحص قريباً من صفر الأوم ولم يحرك فهذا دليل على وجود قصر داخل المكثف ويجب استبداله.

### تقدير سعة المكثف:

يوصل على توتر مناسب له عن طريق مقاييس أمبير على التسلسل وتحسب سعته بتطبيق العلاقة التالية : إذا كان التردد 50 هرتز

$$\text{السعة بالميكروفاراد} = 3185 \times \frac{\text{شدة التيار (أمبير)}}{\text{التوتر (فولت)}}$$

$$\text{أي : } \text{سع} = 3185 \times \frac{I}{U}$$

يستبدل المكثف إذا كانت سعته قد انخفضت إلى أكثر من 20٪ عن سعته الاسمية. وتقدر سعة المكثف في المحرك الأحادي من (150 - 300 ميكروفاراد) للمحركات بين (1 - 2 حصان) للمكثف اللحظي وحوالي  $\frac{1}{5}$  هذه السعة للمكثف الدائم.

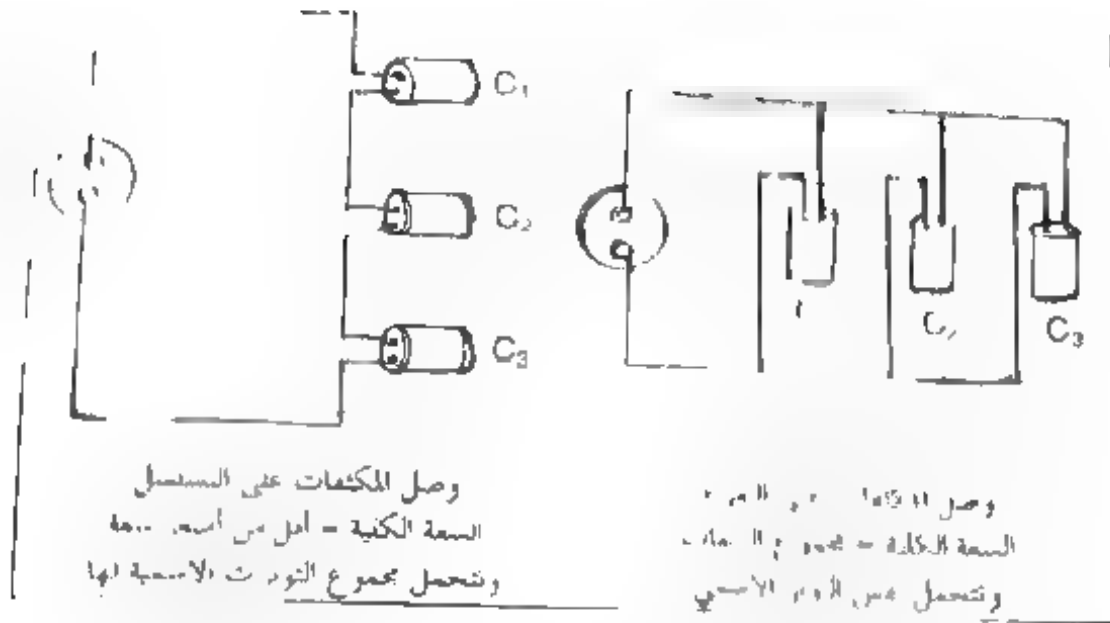
### وصل المكثفات:

إذا وصلت على التفرع ينتج: سعتها الكلية = مجموع سعات المكثفات التفرعية والتوتر ثابت

أما إذا وصلت على التسلسل فنقل سعتها وينتج.

$$\text{السعة الكلية} = \frac{\text{سعة أحد المكثفات}}{\text{عدد المكثفات التسلسلية}}$$

وتحمل توتراً يساوي مجموع توتراتها الاسمية. كما في الشكل.



### توصيل ملفات المحرك:

توصيل مجموعات المحرك على التسلسل أو التفرع وتعتبر ملفات التشغيل وحدة مستقلة وملفات الإقلاع وحدة مستقلة أخرى.

### التوصيل على التسلسل:

يستخدم في المحركات الصغيرة والمتوسطة الاستطاعة ويكون انبوتر الواصل

$$\text{إلى مجموعة واحدة} = \frac{\text{الانبوتر الكلي}}{\text{عدد المجموعات}}$$

أما الشدة فهي ثابتة في كل المجموعات

يفيد الوصل التسلسلي في توزيع توتر المنبع، مما يجعل عدد الملفات في المجموعة مناسباً لهذا التوتر الضعيف. أي يؤدي لتوفير في عدد الملفات.

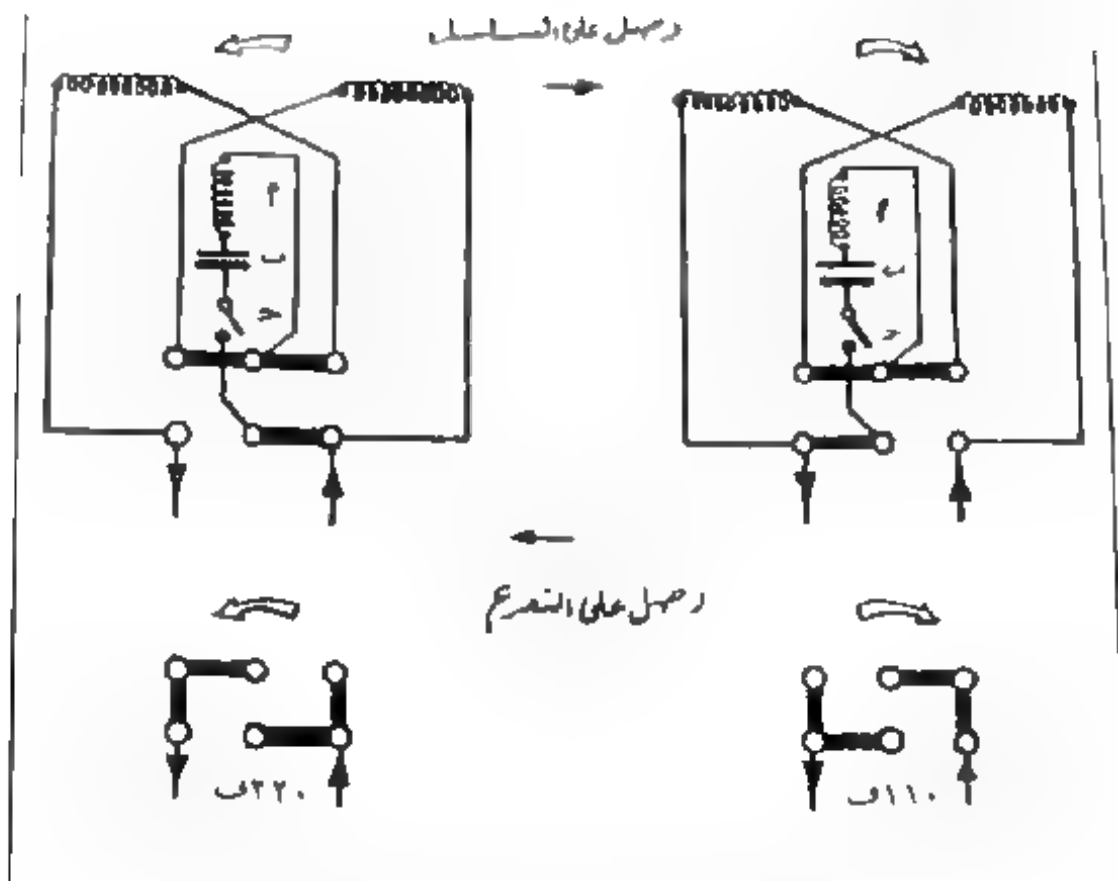
أما التوصيل التفرعي للمجموعات فيطبق في المحركات الكبيرة الإستطاعة ودات شدة التيار الكبيرة. فيفيد في تقليل شدة التيار المار في كل مجموعة مما يتطلب قطر سلك أصغر أي يوفر في قطر السلك.

### التوصيل على توترين ٢٢٠/١١٠ ف:

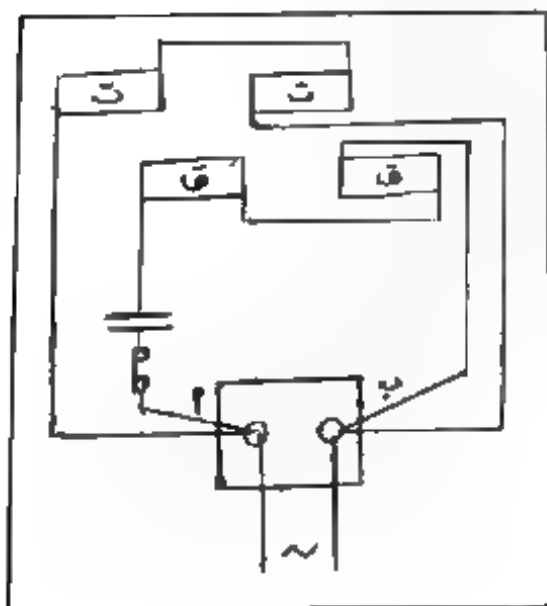
وكما بحثنا سابقاً فالتوصيل على ٢٢٠ ف يكون تسلسلياً لكافة المجموعات

أما على التوتر ١١٠ ف فتقسم المجموعات على قسمين على التفرع مع بعضهما وكل قسم مجموعاته تسلسلية، كما في الشكل.





طريقة توصيل محرك أحادي ٢٢٠/١١٠ ف (تعذية ملفات الإقلاع ١١٠ ف فقط)  
 يعكس الدوران إذا عكسنا توصيل طرفي الإقلاع في لوحة التوصيل  
 أ - ملف الإقلاع. ب - مكثف. ج - مفتاح طرد  
 (لعكس اتجاه الدوران، صاب الطور الثاني)



### عكس دوران المحرك الأحادي:

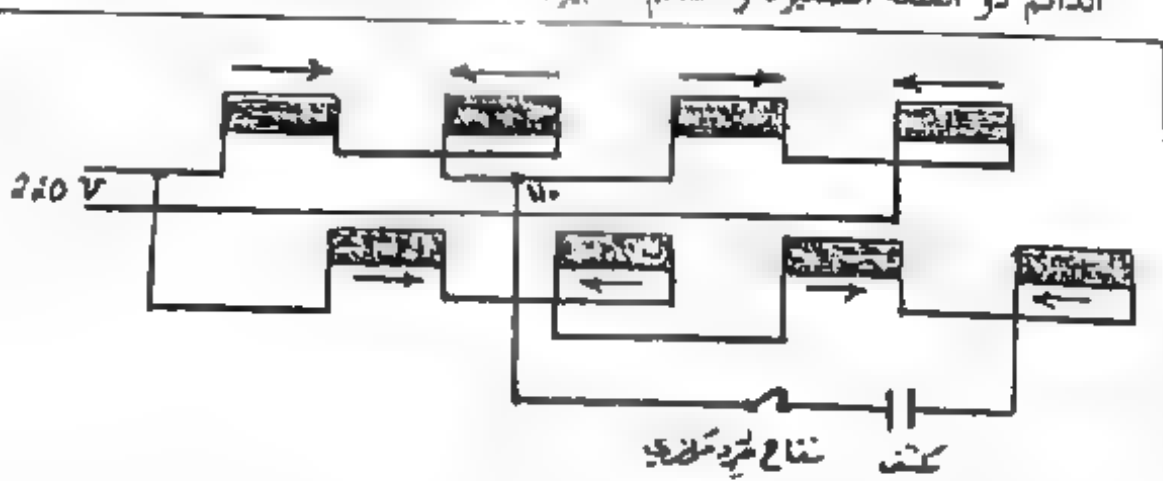
تتغير جهة دوران المحرك الأحادي الذي يحوي ملفات إقلاع بعكس طرفي الإقلاع في لوحة التوصيل كما في الشكل. وهذا ينطبق على المحرك الذي يحوي مكثف دائم أو مكثف لحظي ومفتاح طرد أو ريليه.

مخطط توصيل محرك أحادي ٢ قطب ←  
 ملفات الإقلاع مع مكثف لحظي ومفتاح طرد  
 لعكس الدوران نعكس طرفي الإقلاع أ - ب

## أنواع المحركات الأحادية:

١ - محرك يحتوي على ملفات شعيرة وملفات إقلاع يدوي، وهو من أفضل الأنواع حيث يكون إقلاعه سهلاً قبل بسياً ولا ترتفع حرارته كثيراً، لأن الماء في هذا النوع يسقط في ملفات التشغيل بعد إقلاع المحرك، وهذا النوع من المحركات يستخدم عادة في طرد أو إقلاع اليدوي بقطع التيار عن ملفات إقلاعه. يستخدم غالباً كمحرك للمضخة العادية في بعض الآلات الصناعية الصغيرة. الاستطاعة.

٢ - محرك يحتوي على ملفات تشغيل وملفات إقلاع، يختلف دائم وتستمر تعبئة ملفات الإقلاع والتشغيل طيلة عمل المحرك، لذلك يسمى عزم تشغيله جيداً بالمقارنة مع حجمه، وترتفع حرارته بسبب ذلك، لذلك يستخدم في المراوح ومضخات الماء المنزلية فمرور الماء في المضخة يعمل كعامل مساعد على تبريد وتهوية الملفات. لذلك فإن عمل محرك المضخة يدون وجود الماء يجعل في احتراق المحرك، وعادة ما يبرود هذا المحرك بقطع أتوماتيكي حراري (أوفلرود) داخل الملفات أو خارجها بفصل التيار عند ارتفاع حرارة المحرك ثم يوصل التيار بعد انخفاض حرارته. يستخدم كمحرك في بعض الغسالات الصغيرة، والمكثف يكون من النوع الدائم ذو السعة الصغيرة والحجم الكبير.



رسم مجموعات محرك أحادي الطور ذو مكثف خطي وصل للعمل على ٢٢٠ فولت بينما ملفات البدء وصلت للعمل على ١١٠ فولت فنحصل على محرك له ثلاثة أطراف قابل لمكس الحركة من الخارج.

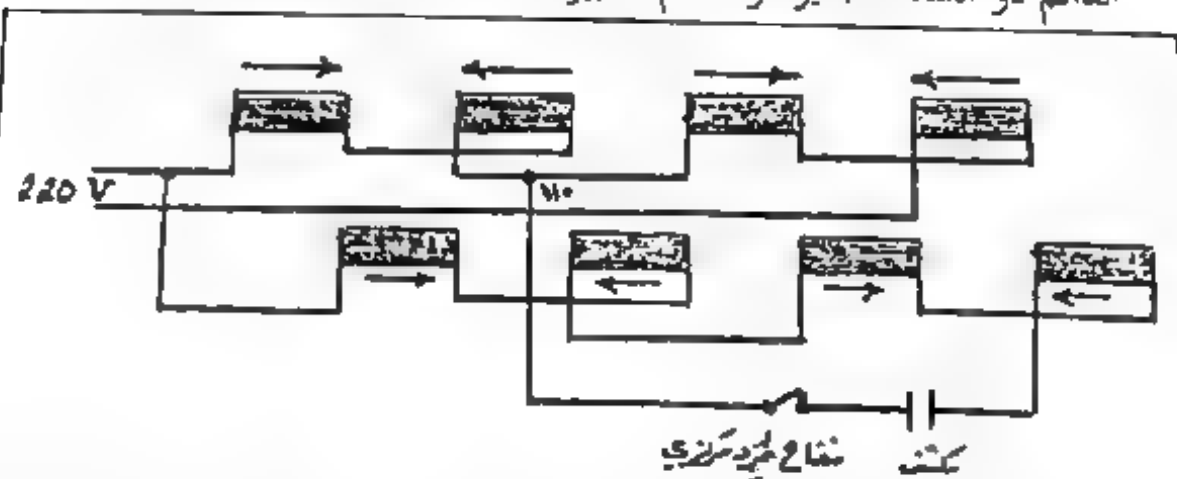
## أنواع المحركات الأحادية:

١ - محرك يحتوي على ملفات تشغيل وملفات إقلاع ومكثف (١٠٠٠) ح. ب. أو ريليه أو قاطع يدوي، وهو من أفضل الأسواع حيث يلامس إقلاعه ب. ب. قليل نسبياً ولا ترتفع حرارته كثيراً أثناء العمل نظراً لأن السلك في ملفات التشغيل بعد إقلاع المحرك. وتقوم الريليه أو مضاع الخطه داه القاطع اليدوي بقطع التيار عن ملفات إقلاعه.

يستخدم غالباً كمحرك للغسالة العادية وفي بعض الآلات الصناعية الصغيرة الاستطاعة.

٢ - محرك يحتوي على ملفات تشغيل وملفات إقلاع ومكثف دائم ونسئمر تغذية ملفات الإقلاع والتشغيل طيلة عمل المحرك لذلك يبقى عزم تشغيه جيداً بالمقارنة مع حجمه، وترتفع حرارته بسرعة لذلك يستخدم في المراوح ومضخات الماء المنزلية فمرور الماء في المضخة يعمل كعامل مساعد على تبريد وتهوية الملفات. لذلك فإن عمل محرك المضخة بدون وجود الماء يجعل في احتراق المحرك، وعادة ما يرود هذا المحرك بقاطع أنومساتيكي حراري (أوفرلود) داخل الملفات أو خارجها يفصل التيار عند ارتفاع حرارة المحرك ثم يوصل التيار بعد انخفاض حرارته.

ويستخدم كمحرك في بعض الغسالات الصغيرة، والمكثف يكون من النوع الدائم ذو السعة الصغيرة والحجم الكبير



رسم مجموعات محرك أحادي الطور ذو مكثف خطي وصل للعمل على ٢٢٠ فولت وبما ملفات البدء وصلت للعمل على ١١٠ فولت فنحصل على محرك له ثلاثة أطراف قابل لعكس الحركة من الخارج.

٣ - محرك يحتوي على ملفات تشغيل وملفات إقلاع مع محرك يدوي أو ريشه ، قاطع يدوي وليس فيه مكثف، يستخدم في المحركات الصغيرة لاستطاعة كمحرك صاعط البراد المرلي باستطاعة صغيرة ( $\frac{1}{8}$  ،  $\frac{1}{6}$  ،  $\frac{1}{5}$  حصان) أما الأكبر استطاعة فهو د مكثف لخطي.

٤ - محرك يحتوي على ملفات تشغيل فقط وحلقات عازية معلقة مبرورة في طرف كل قطب، ويدعى محرك ظل القطب أو القطب المظلل هذه المحركات صغيرة الاستطاعة وعزم إقلاعها ضعيف لذلك يستخدم فقط في الآلات الصغيرة كمحرك المسالة الصغيرة (ب - ب) وفي بعض المرواح والمصنعات الصغيرة الاستطاعة.

### محرك ظل القطب:

محرك ظل القطب هو محرك أحادي الطور لا يحتوي إلا على ملفات تشغيل فقط وتقوم بدور ملفات الإقلاع حلقة نحاسية معلقة على جانب كل قطب وباتجاه واحد بالنسبة لبعضها.

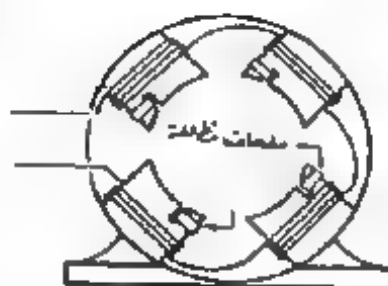
عند تغذية ملفات التشغيل يتولد فيها تحريض مغناطيسي متغير يؤدي إلى توليد تيار تحريضي في الحلقات وباعتبارها مغلفة فإن تيارها يولد تحريضاً معاكساً للأول يعمل هذا التحريض مع تحريض ملفات التشغيل على تدوير العضو الدائر وإقلاع المحرك.

يحدد اتجاه الدوران باتجاه وضع الحلقات وعما أن عزم إقلاع هذا المحرك ضعيف فلذلك يقتصر استخدامه على الأجهزة المنزلية الصغيرة، عسالة صغيرة - مرواح (اسيرتور)، باعتباره أقل كلفة وأرخص سعراً.

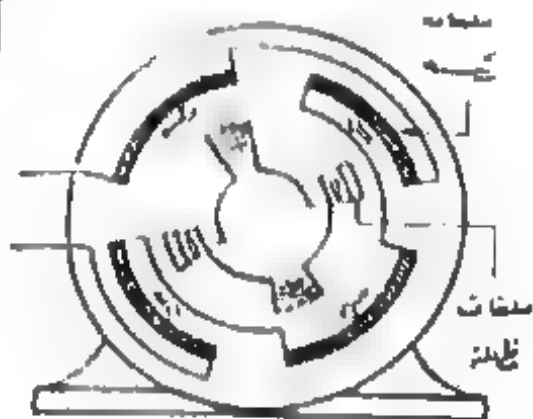
إن مردود هذا المحرك صغير وعامل استطاعته لا يتجاوز (٠,٦٥) وكثيراً ما يحدد زمن تشغيله بفترة قصيرة (١٥ - ٣٠ دقيقة). وفي بعض مصنعات سحب الماء عن الغسالات الأتوماتيكية، يتكون المحرك من ملف واحد على دائرة مغناطيسية حاثية عليها حلقتين نحاسيتين وبداخلها العضو الدائر فيشكل قطبين ويدور المحور بسرعة ٢ قطب (٣٠٠٠/د) تقريباً.



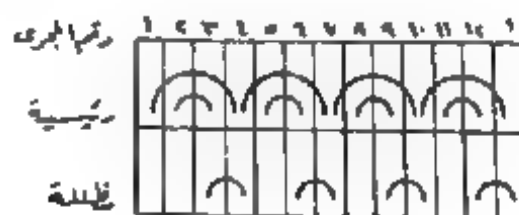
محرك ذو قطب مطلل، بأربعة أقطاب موصلة  
على التوالي بحيث تنتج قطبية مختلفة في  
الأقطاب المتجاورة



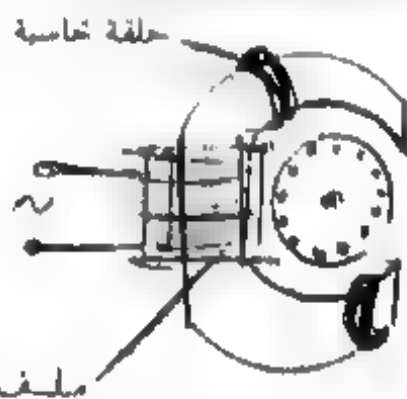
محرك ذو قطب مطلل، بأربعة أقطاب موصلة  
على التوالي بحيث تنتج قطبية مختلفة في  
الأقطاب المتجاورة



رسم التوصيلات للمغناطيس موزعة في محرك ذي  
قطب مطلل بأربعة أقطاب



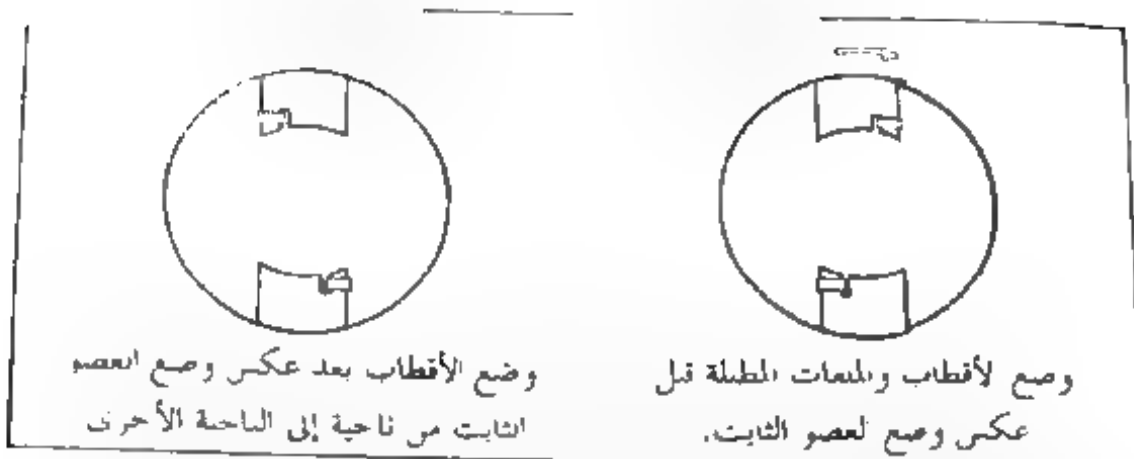
تسجيل الملفات في محرك ذي قطب مطلل،  
بأربعة أقطاب موزعة،  
ويحتوي على اثنا عشر بحري



### عكس دوران محرك ظل القطب:

ينعكس دوران محرك ظل القطب بعكس  
وضعية العضو الدائر أو الثابت بالنسبة لبعضها  
البعض.

محرك ظل القطب ٢ قطب بجلف واحد ←

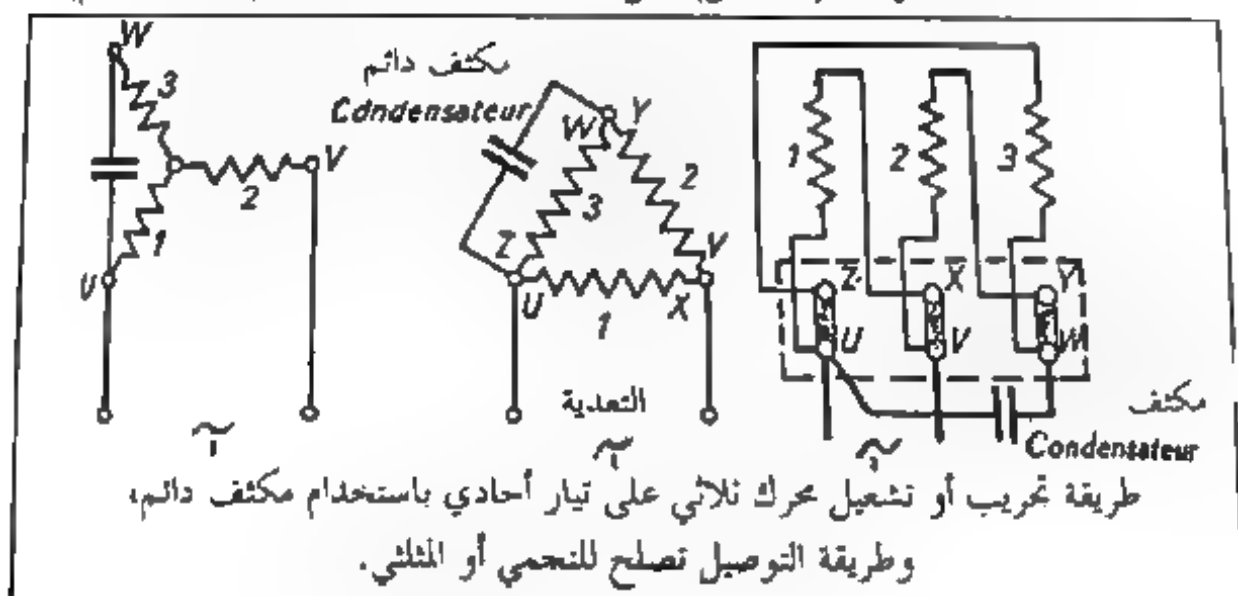


### تجريب وتشغيل المحرك الثلاثي على تيار أحادي:

عندما لا يتوفر تيار ثلاثي الطور يمكن توصيل المحرك الثلاثي على شبكة أحادية الطور (فار وسر) أو (فازين) ويمكن بذلك فحص المحرك أو تشغيله أيضاً بشكل دائم ولكن استطاعته تنخفض كثيراً عن استطاعته لإسمية فتصل إلى أقل من النصف. يتحقق هذا الوصل سواء كان المحرك ذو توصيل بحمي  $Y$  أو مثلثي  $\Delta$  فتصبح مجموعات أحد الفارات كأنها ملفات إقلاع والأخرى تبقى كم ملفات تشغيل. ويجب أن يكون التوتر الأحادي يساوي التوتر بين فازين عند توصيله بشكل نظامي. ويوصل كما في الشكل مع مكثف دائم توتره أكبر من توتر الشبكة ونحسب سعته كما يلي:

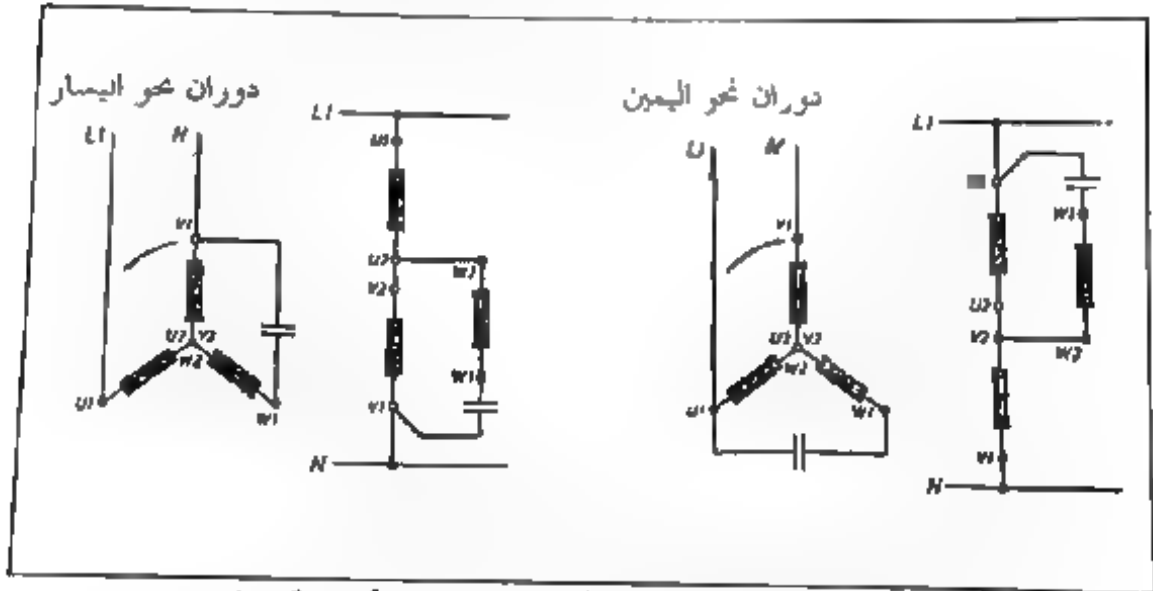
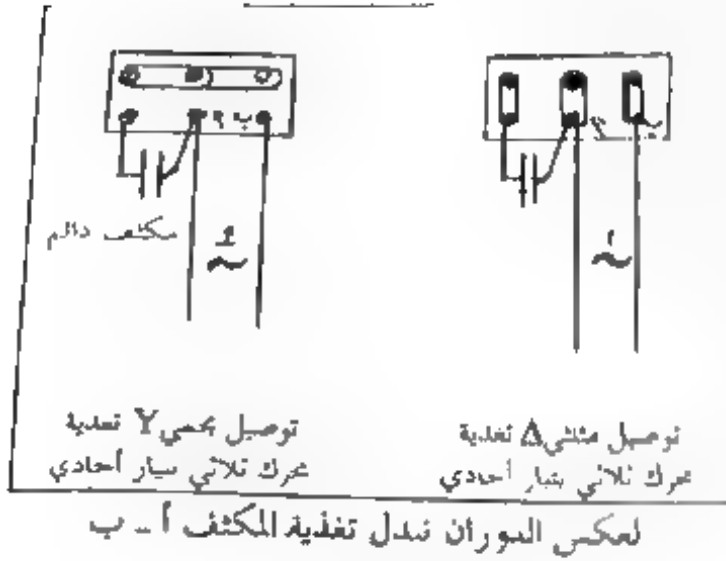
الشبكة ٢٢٠ فولت (فار وتتر) كل حصان ٥٠ ميكرو فاراد (مكثف دائم)

الشبكة ٣٨٠ فولت (فازين) كل حصان ١٦ ميكرو فاراد (مكثف دائم)



### عكس اتجاه دوران المحرك:

يمكن عكس اتجاه دوران المحرك الثلاثي الذي يعمل على تيار أحادي بعكس تعديله المكثف وذلك بتبديل عطف المكثف الموصل بأحد الخطين إلى عطف التغذية الآخر كما في الشكل.



طريقة تشغيل محرك ثلاثي على تيار أحادي وطريقة عكس اتجاه الدوران

مثال: محرك ثلاثي استطاعته ١,٥ حصان مسجل عليه  $\Delta/Y$  ٢٢٠/٣٨٠ يطلب توصيله وتشغيله على توتر أحادي ٢٢٠ ف (فاز ونتر). ولطريقة المناسبة لذلك هو توصيله بشكل مثلثي  $\Delta$  وتغذيته من طرفه والطرف الثالث يوصل مع مكثف دائم سعته (٧٥ ميكرو فاراد) وتوتر تشغيله ٢٥٠ فولت فصاعداً واستطاعته الفعلية تقل عن استطاعته الاسمية فلا تصل إلى ١ حصان. وهذا المحرك يمكن تجريبه أيضاً على توتر (٢٢٠ ف) وتوصيله بحمي فتقل استطاعته أكثر.

### المحركات المزودة بفرملة:

وهي محركات عديدة أحادية أو ثلاثة القطب ذات طوائف عديدة مبرودة بطبقة مبردة مبردة أو كهربائية مصححيه لإنقاذها عن المحرك من التسخين، مما يمنع دهاها من التلف. نستخدم هذه المحركات في بعض الآلات كما هيئات الحياطة الصناعية وفي مروع ككهربائية والخصور محرك والمصاحا. بعض الآلات الكهربائية الصناعية ولات المد وغيرها، ونقوم عمليه الفرملة هذه إما بالتحريك دورا في لروافع الذي يتكرر فيها الإيقاف والتشغيل للمحرك تحت الأمانة بهذه والعمل أمان فيها وطرق الفرملة هي:

١ - طريقة ميكانيكية بواسطة قرص معدني يدور مع المحرك وله سطح يحقق لاحتكاك المطلوب وبجانبه قطعتين متقابلتين ذات سطح معصى بملاف جلدي أو غيره تلامس سطح القرص عند قطع يار المحرك، وهذه الطريقة تستخدم عسأ في الماكينات الصناعية لتحياطه فعند رفع قدم العامل عن دعسة المكبة تقطع التيار وتحقق عملية الفرملة معها، ولإعاده تشغيل المحرك بضغط على دعسة المكبة فتعد الفرملة ويدور المحرك. وقد يكون مكان القرص المعدني دولاب يقوم عمليه دولاب الخدافة وفرملة يتم بالضغط على طرفيه الخارجيين.



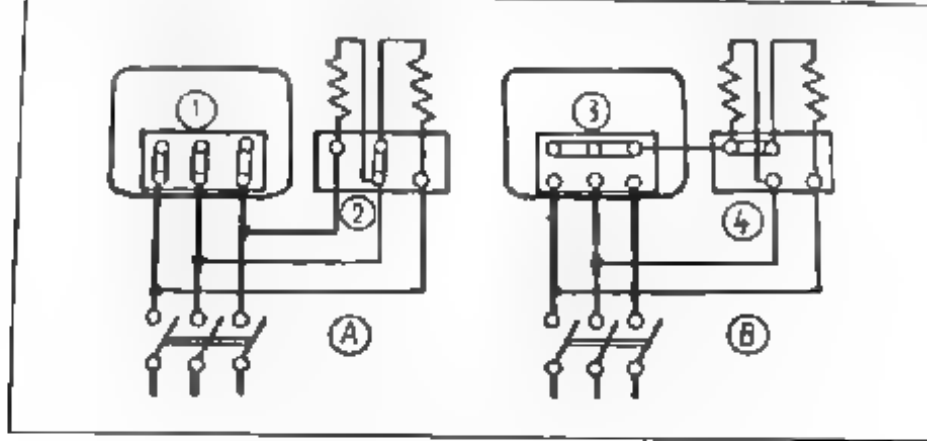
محرك ثلاثي الطور مع فرملة كهربائية  
(غطاء الفرملة مرفوع للإيضاح)

### ٢ - طريقة كهربائية مغناطيسية ولها نوعان:

- أ - طريقة يكون المحرك فيها حر الحركة وتتم الفرملة فقط عند لحظة قطع التيار بعد التشغيل.
- ب - المحرك مفرمل دائما وتبعد الفرملة فقط عند تغذية ملفات المحرك وصف



مصطليح العرمة بالشار وعند قطع التيار يعود العرمة إلى إيماف .  
 بعض نوبصها وقد يكون بهذه المحركات لوحتي تعديية إحداهما للمصاف  
 محرك وإشاعة للمصاف عرمة كما في الشكل  
 وهناك طرق أخرى للمرمة تقوم بتغذية بعض ملفات المحرك بتيار مقوم (مسعر) خفلة  
 قطع التيار المعادي عنه، ويحقق ذلك بشكل أوتوماتيكي عن طريق درة تغليم حامية



عطط توصيل محرك ثلاثي ملفات عرمة

- |                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| A - توصيل مثلثي Δ            | B - توصيل نجمي Y                 |
| 1 - لوحة توصيل المحرك Δ      | 2 - ملفات العرمة تعدي ثلاث فازات |
| 3 - لوحة توصيل للمحرك نجمي Y | 4 - ملفات العرمة تعدي بفازين     |

### الأعطال الخاصة بالمحرك الأحادي:

١ - لا يعمل المحرك إلا بعد تدويره باليد أو بطريقة خارجية أخرى. وسبب هذا العطل هو أحد الاحتمالات التالية:

أ - مفتاح الطرد فيه أكسدة أو ابتعاد نقطتي تماسه مما يمنع مرور التيار إلى ملفات الإقلاع.

ب - فصل في المكثف أو تعطله.

ج - انقطاع أو تخلخل في

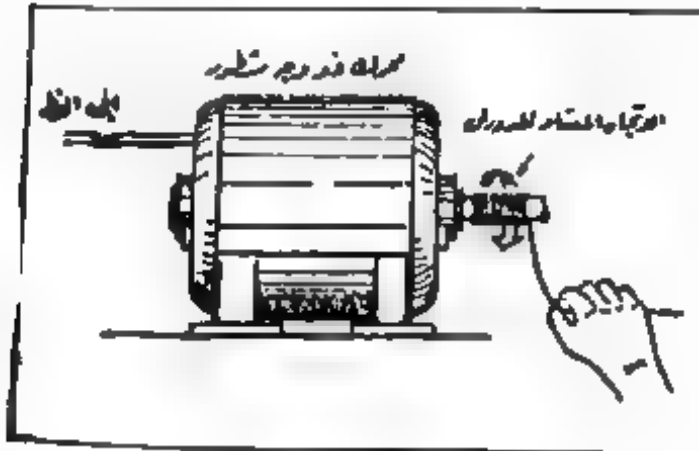
ملفات الإقلاع.

د - فتح في إحدى حلقات

ظل القطب.

هـ - تلف أو احتراق ملفات

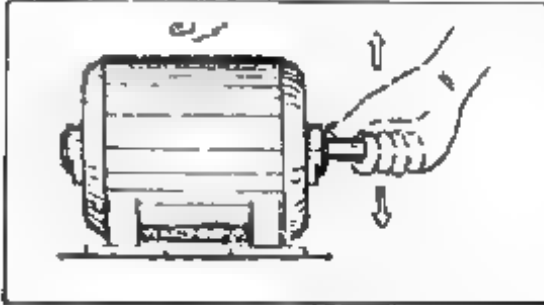
الإقلاع.



بدء الدوران في المحرك بطريقة ميكانيكية

٢ - المحرك يقطع ويدور مع صوت صحيح وزيادة في شدة اليباء مع ... - ج -  
درجة حرارته والسبب المحتمل لذلك هو:

أ - إلتحام قطبي ثمانى معصاح الطرد وعدم اتصالهما بعد إقلاع المحرك ... - د -  
يكون تعطل أو كسر أو تحلل جزء من هذا المفتاح



ب - عطل ميكانيكي في كراسي

المحور (رولمانات أو بعات) أو

نقص التشحيم أو التزيت فيها

ج - تلامس بين الدائر والثابت

د - زيادة الحمل على المحرك.

هـ - زيادة توتر التغذية.

اختار الكراسي بمحاولة تحريك العمود رأسيا

٣ - عدم دوران المحرك رغم سهولة دورانه يدوياً مع وجود صوت والسبب  
المحتمل لذلك هو:

أ - انقطاع أو احتراق في مفاتيح التشغيل.

ب - عطل ميكانيكي في الرولمانات أو الباعات.

ج - زيادة في الحمل.

د - عطل في الآلة التي يديرها المحرك.

هـ - انخفاض في توتر التغذية.

و - وجود تحلل في قضبان القفص السنجابي أو تشقق فيها.



# الفصل الخامس

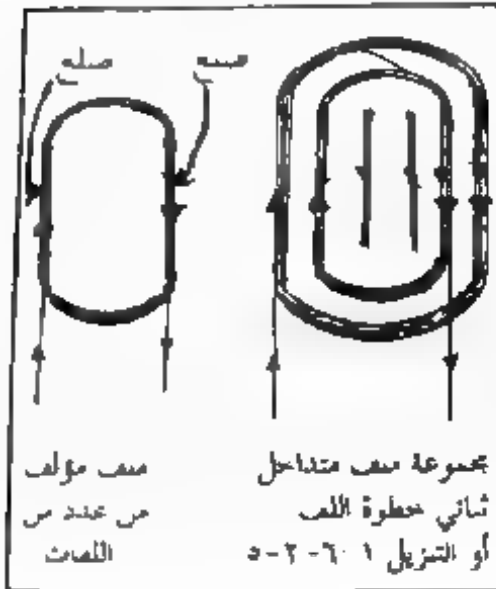
## المبادئ العملية لللف

يعتمد دوران المحرك على التحريض المغناطيسي الذي يهشأ في ملفات اللف. وهذا التحريض يكون بشكل سياله مغناطيسية دوارة. وهذا لا يتم إلا بتعدد جميع تعليمات اللف وتوصيل المجموعات وحطوة اللف وعدد الملفات وقطع أسلاكها بشكل صحيح.

وأسلاك اللف تكون غالباً من النحاس ونادراً من الألمنيوم ولها شكل دائري ومعزولة بطبقة من الورنيش أو صقتين أو طبقة إصافية من القطن أو الحرير فوق طبقة الورنيش.

ويجب معرفة التعاريف التالية:

**الملف:** يتألف الملف من عدد من الملفات وله طرف بداية والآخر نهاية ولكل ملف ضلعان كل ضلع يتوصع في محرى فيتولد في أحد الضلعين قطب شمالي وفي الآخر قطب جنوبي، وتنعكس هذه القطبية إذا عكس اتجاه اللف أو اتجاه التيار، وتناسب القوة المغناطيسية في الملف طرداً مع عدد الملفات وشدة التيار المارة فيه.



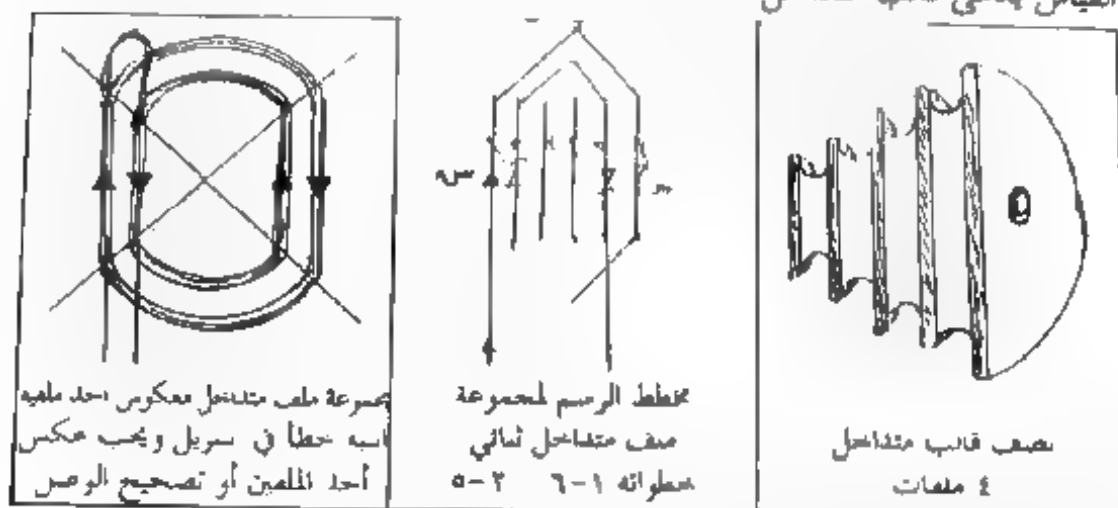
وفي التيار المتناوب تتغير قطبية هذا الملف بما يتناسب مع تردد التيار (هرتز) أو سيكل.

### مجموعة الملف المتداخل:

يتألف من ملفين متداخلين أو أكثر ويكون اتجاه التيار في الأضلاع المتجاورة موحداً فتشكل قطبية واحدة ويمتاز النوع المتداخل عن النوع المتتالي بأن سماكة المجموعة هي سماكة ملف واحد.

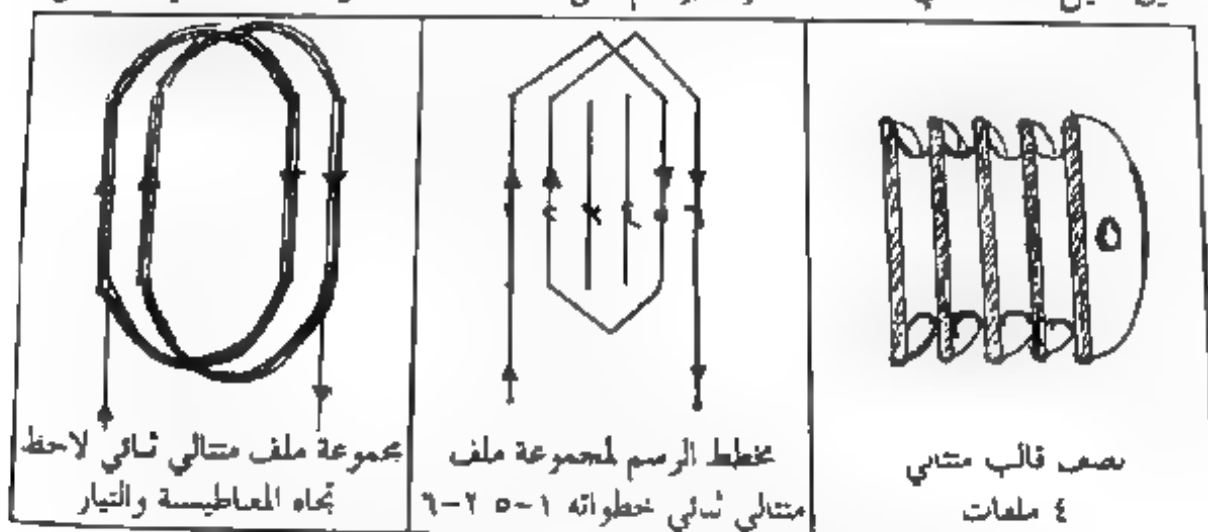
ولهذه المجموعة بداية واحدة ونهاية واحدة وحب الإساء حين السريل في الحارجي  
نحسب عكس أحد ملفات المجموعات فنعكس فيها إتجاه التيار والمغناطيسية  
تتحدد دوران المحرك

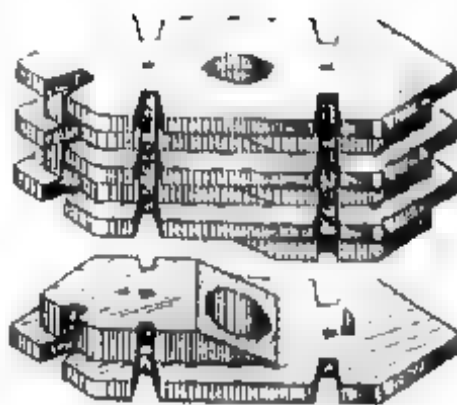
يسمى لف المجموعة قالب المتداخل على قالب عكسي أو الميسوم قياساته متدرجة  
القياس يدعى قالب متداخل



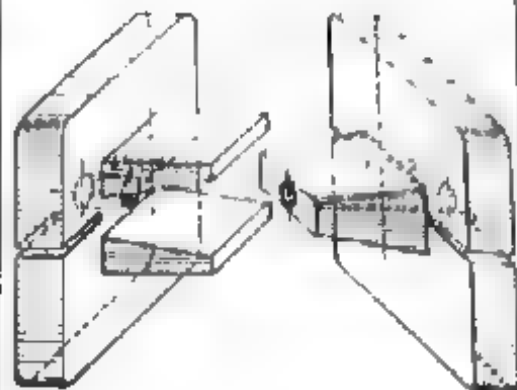
### مجموعة الملف المتتالي:

تتألف من ملفين متساويين في القياس أو أكثر ونهاية واحدة وبداية واحدة ونهاية واحدة  
وتكون خطوة تريل الملفات متساوية وتتقاطع هذه الملفات عكسي جسي المحرك مما  
يعطيها سماكة كبيرة وقد يكون شكلها الخارجي أكثر تناسقاً من المتداخل  
ويراعى في تريلها عدم عكس أي ملف كما في المتداخل وقالب الملفات  
المتتالية له عدة بكرات متساوية القياس.  
حين تمثيل الملفات في مخطط المحرك يرسم كل ملف كأنه لفة واحدة كما في الشكل.





نموذج قالب عكسي لـ ٣ ملفات متتالية  
(متساوية) ذو وصلات ويتألف من ٤ قطع  
قابلة للعكس في محور دوران للقاعة من  
الثقب الوسطي



نموذج قالب ملف واحد عكسي ويوجد شق  
لإمكانية ربط الملف قبل إخراجها من القالب.

### مجموعات الطور:

وهي كل المجموعات أو الملفات التي تعدى بنفس الطور (الماز) وتوصل  
مع بعضها على التسلسل أو التفرع وذلك حسب توتر التعديدية ولتوتر الذي تتحملة  
كل مجموعة ويكون الوصل بين المجموعات حسب مخطط المحرك فقد يكون  
نهاية مع بداية أو نهاية مع نهاية.

ومجموعات كل طور متماثلة مع مجموعات الأطوار الأخرى في المحرك.  
ويمكن تسمية بدايات الأطوار RST وبهاياتها  $\bar{RST}$  أو  $ZXY - UVW$   
أو  $E_1E_2E_3 - S_1S_2S_3$  أو غير ذلك.

### الخطوة القطبية:

وهي عدد المجاري في كل قطب من أقطاب المحرك ويمكن تعريفها بأنها  
عدد المجاري بين عطين حيادين وتحسب كما يلي:

$$\text{الخطوة القطبية} = \frac{\text{عدد مجاري المحرك الكلية}}{\text{عدد الأقطب}}$$

وذكر، لعلوم أن عدد أقطاب المحرك سائست بحسب معادلة ١٢٠ هـ  
سبق شرحه بالعلاقة

$$\text{سر} = \frac{\text{ت} \times ١٢٠}{\text{ط}}$$

مثال محرك ٢٤ بحرى ٢ قطب تكون الخطوة القطبية =  $\frac{٢٤}{٢} = ١٢$  بحرى  
خطوة تقدم الطور:

وتتعلق بمحرك ثلاثي فقط وتساوي عدد المجاري التي تفصل بداية طور  
عن بداية الطور التالي وتحسب كما يلي:

$$\text{خطوة تقدم الطور} = \frac{\text{الخطوة القطبية} \times ٢}{٣}$$

مثال: خطوة تقدم الطور لمحرك ثلاثي ٢٤ بحرى ٢ قطب =  $\frac{١٢}{٣} \times ٢ = ٨$  بحرى  
بداية حار A في (١) بداية الفاز الثاني (١ + ٨ = ٩) بداية الفاز الثالث  
(٩ + ٨ = ١٧).

### إعادة لف المحرك:

أسباب إعادة لف المحرك

أ - احتراق ملعته أو جزء منها ويعني بذلك احتراق العلاف العازل لسلك  
الملفات، وفي حال احتراق في ملف أو مجموعة واحدة يمكن أحيانا إعادة لف  
القسم المحترق فقط إذا ظهر أن بقية الملفات لم تتأثر بذلك وهذا قليل  
الحدوث.

ب - ضرورة تعيير في مواصفات المحرك لسبب ما مثل تغيير التوتر أو السرعة إذا  
لم يجد طريقة أسهل مثل استخدام محول لملاءمة التوتر أو تعيير في البكرة أو  
غيرها لتغيير السرعة.

### علامات احتراق عازل ملفات المحرك:

- ١ - تعحم الوريش العازل وتحوله للون أسود أو بني غامق.
- ٢ - انتشار رائحة الوريش المحترق الواختر.

٣ - خروج دخان من المحرك

٤ - تشقق وتفشر طبقة الوردش المعد في بعض المرات

٥ - عدم وجود أي عطل في المحرك ولكنه لا يعمل أو يسبب قصر دائرة عند تشغيله، وهذا

يدل على وجود الاحتراق في الأسلاك داخل مجاريه فلا تظهر إلا بعد برع ملامته وهذا

يحدث بسبب حصر اللغات في حيز ضيق وضعف التهوية داخل المجاري

### خطوات إعادة لف المحرك:

١ - التأكد من احتراق المحرك وذلك بالتأكد من صحة وصل لوحة التوصيل ووصول

التوتر الصحيح إليه بواسطة مقاس فوت أو مصباح وعدم وجود عطل ميكانيكي

في المحرك أو الآلة المرتبط بها يمنع دورانه بسهولة. ويمضل محصنه دون حل.

٢ - قطع التيار عن الآلة وفصل خطوط التغذية عن لوحة المحرك وعزلها وتعليمها إذا لزم

٣ - فك السيور أو المسننات التي تربط المحرك بالآلة ثم فك المحرك من مكان

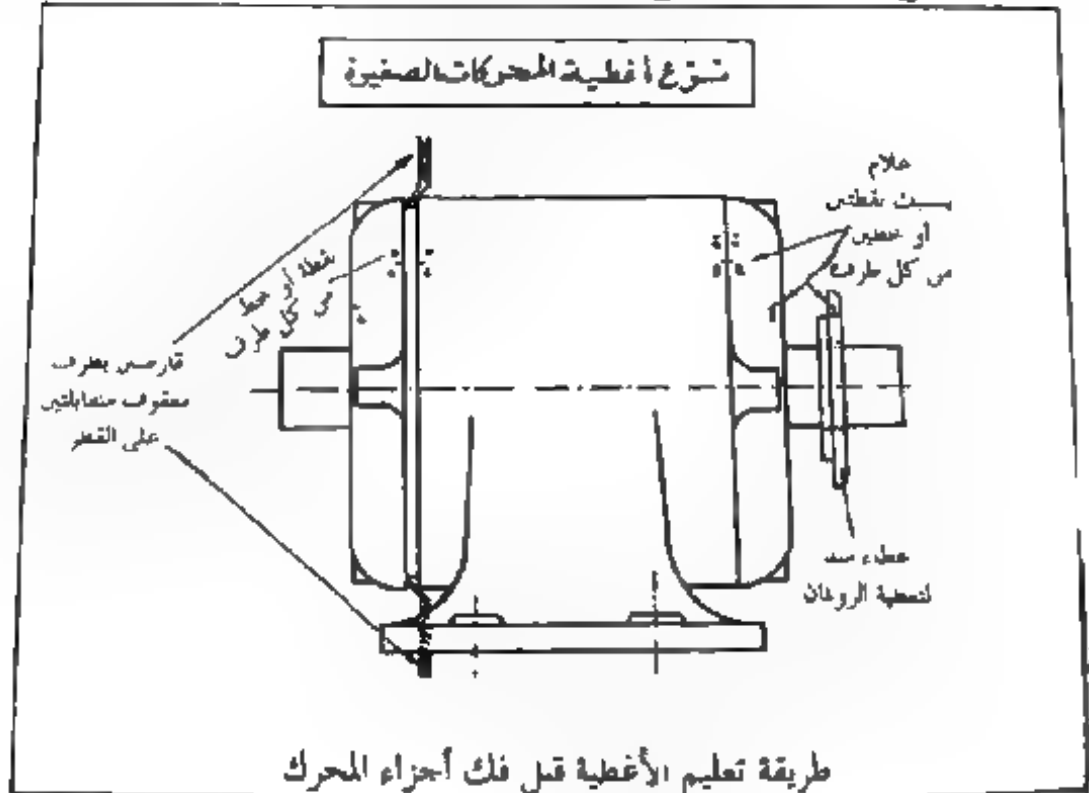
تثبيتته، ويفصل وضع علامة على مكان تثبته إذا كان قابلاً للانزلاق لضبط شد

السير (القشاطر) مما يسهل إعادة ضبطه بعد لفة وتركيبه.

٤ - فك أجزاء المحرك بعد تعليم الغطائين والهيكول بواسطة المسك أو قلم علام حيث

توضع نقطة مقابل نقطة في طرف، ونقطتين مقابل نقطتين في الطرف الآخر.

ويراعى اتباع التسلسل الصحيح لفك واستخدام العدد المناسبة والطريقة السوية



د - كشف الأعطال الداخلية واختراق الملفات والأعطال الميكانيكية في المحركات،  
أو الباعثات أو مفتاح الطرد إذا وجد والعمل على إصلاحها و - يمل قطع  
التالفة - وقد يظهر حين ذلك أجزاء المحرك عدم ضرورة إعادة تجميعه والاكتفاء  
بإصلاح قطع في الوصلات أو سلك في الملف أو غيره

٦ - تسجيل المعلومات قبل نزع الملفات التالفة وذلك في سجل خاص يدون فيه  
معلومات كل محرك يعاد له للاستفادة منها عند إعادة الملف للمحركات المماثلة  
وتتضمن المعلومات المطلوب تسجيلها مايلي:

أ - جميع معلومات لوحة المحرك - اسم الشركة - النوع - الطراز - الإسطاعة -  
التوتر - الشدة - التوصيل - السرعة...

ب - معلومات داخلية وهي - عدد المجاري - عدد المجموعات - خطوة كل  
ملف في المجموعة - قطر السلك في التشغيل والإقلاع - عدد لفات كل  
ملف في التشغيل والإقلاع - محيط كل ملف بعد نزع الملفات.  
طريقة التوصيل بين المجموعات نهاية مع بداية أو نهاية مع نهاية - طريقة  
التوصيل تسلسلي أو تفرعي - الملف بسلك واحد أو سلكين.

طول المجرى وقطر العصور الدائر أو الثابت من الداخل وذلك لتنفيذ لف  
المحرك بالمواصفات الأصلية والتأكد من معلومات المحرك الذي يعاد له  
بعد احتراقه مرة ثانية نتيجة أخطاء في معلومات له

ج - معلومات طريقة توصيل لوحة المحرك ويفضل رسم مخطط سريع للمحرك  
بالشكل الانفرادي أو الدائري.

٧ - نزع الملفات وإخراجها من المجاري بإحدى الطرق التالية.

أ - النزع المباشر بالبائسة أو الرردية إذا كانت الملفات غير مورنشة، حيث  
يخرج غطاء الملف الكرتوني أو يقطع بمشرط أو بسلة مشار وتسحب  
الأسلاك بالتدريج أو بقص أحد طرفي الملف ويسحب من الطرف الآخر.

ب - قطع الملفات من أحد الطرفين قرب الدارة المغناطيسية بواسطة إزميل حاد  
ثم يطرق على طرف كل ضلع بواسطة قطعة حديد مبروم لدفع أسلاك  
الملف ومسحها من الطرف الآخر.

وهذه الطريقة تناسب المحركات الكبيرة والمورنشة.

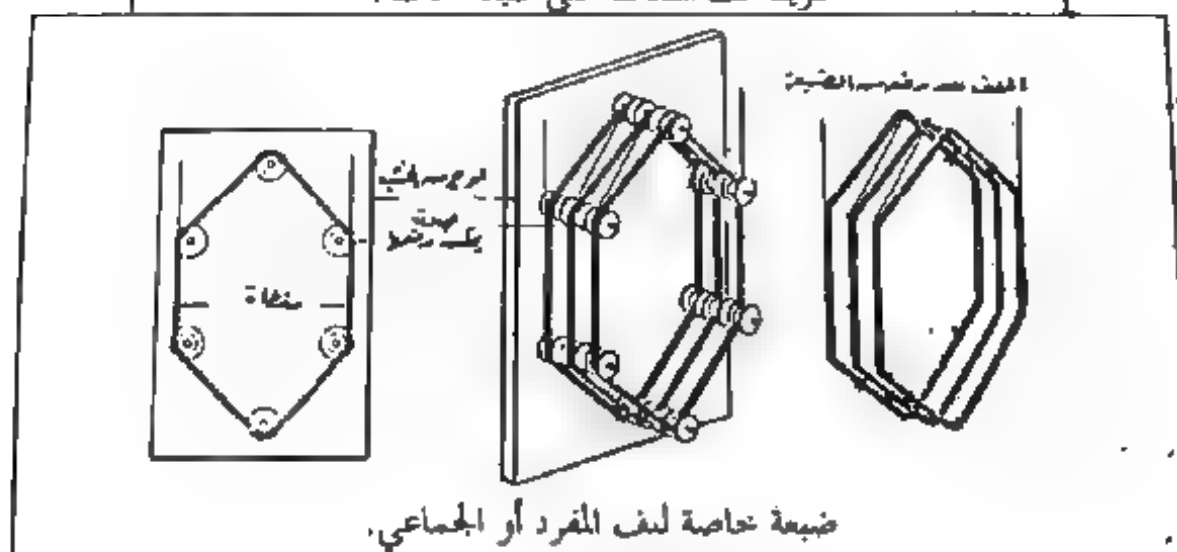
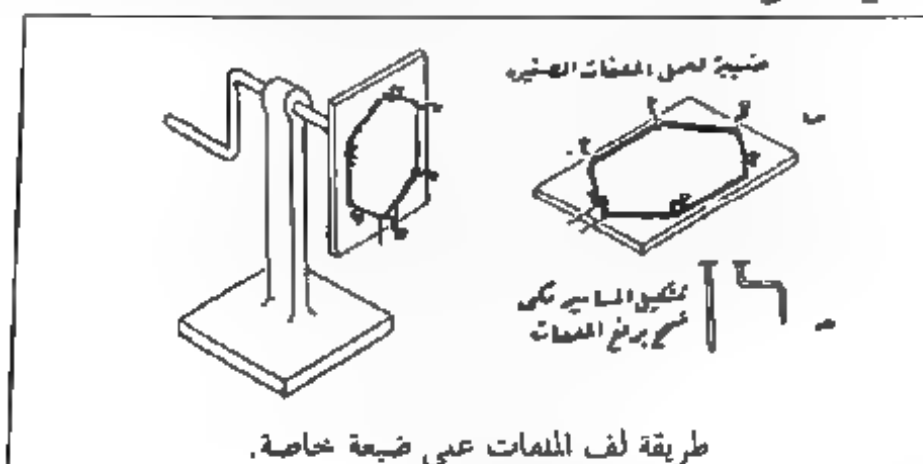
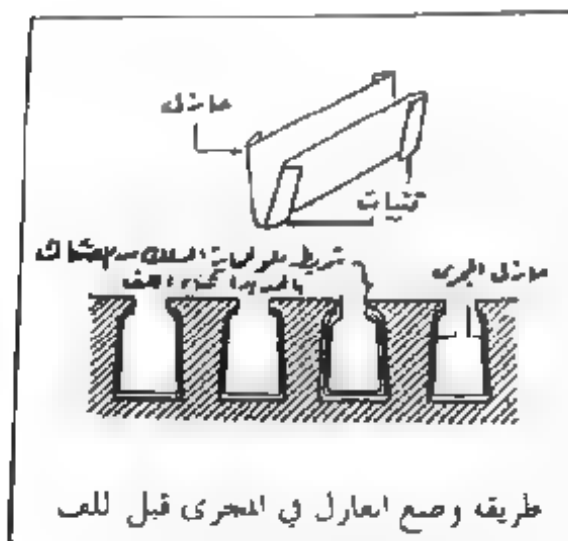




٩ - تنظيف المحاري تماماً من بقايا الكرتون العازل باستخدام معك أو مسلة مشط، أو فرشاة فولاذية عند اللزوم.

١٠ - إعادة تشكيل العازل الكرتوني

للمحاري بنفس مواصفات العازل القديم وقياسه وقد سبق شرح أنواع الكرتون العادي والمجلى وطريقة القص بالاتجاه المناسب لألياف الكرتون وطريقة ثني الطرفين ثم الحسي بشكل مناسب للمجرى. وتأكد من تشكيل قطعة واحدة مناسبة وصالحة ثم قص القطع بنفس القياس.



وضع حجر " مع بدء  
سلط أثناء عملية الملف

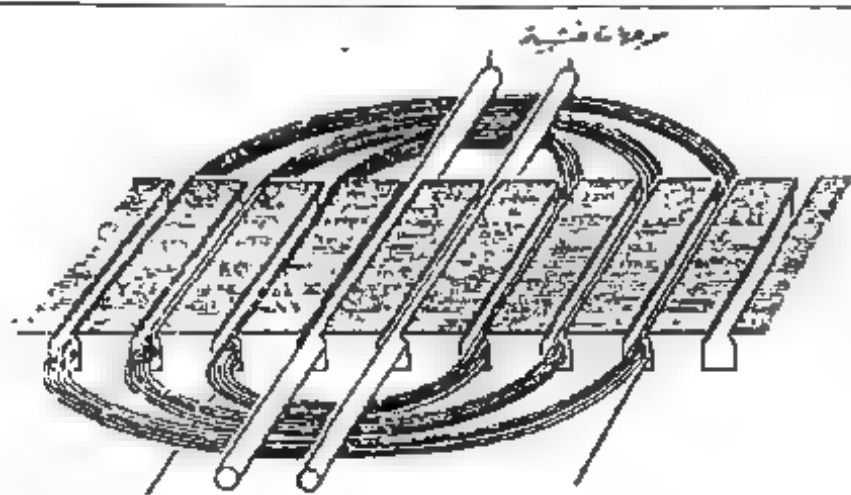


أولاً بوضع الصامص

المتواليات المتعاقبة

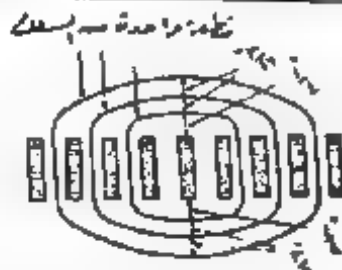
بتمتت بوضع الصامص

طريقة ملف قطب واحد في العصور الثابتة باليد.



يمكن وضع موجات خشبية في المجاري الخالية لمقطع الملفات في وضعها أثناء عملية الملف

الوضع المضبوط للمعات معرفة من السلك  
لمعرفة مقاس الصبغات الخشبية.

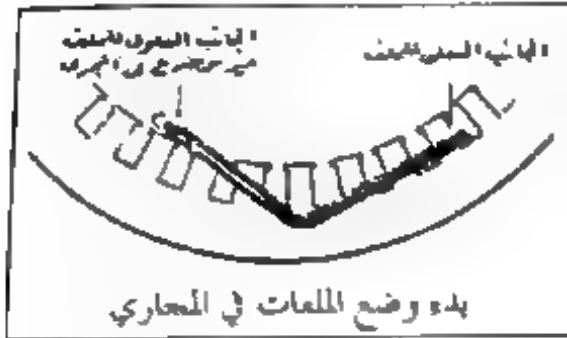
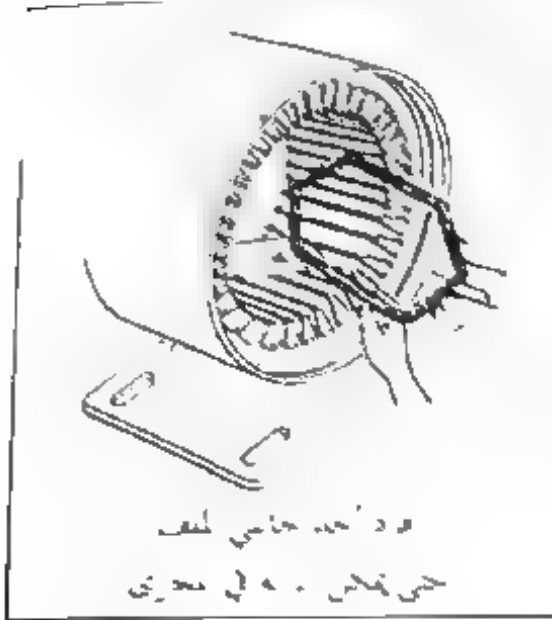


١١ - لف مجموعة واحدة حسب المواصفات القديمة أو إجراء قياس محيط الملف  
بتمرير سلك في المجاري حسب خطوة التنزيل مع مراعاة المسافة والبعد عن  
الدائرة المغناطيسية بحيث لا تكون كبيرة ولا صغيرة وتعديل (٥ - ١٠ سم) من

كل طرف لللفف الداخلي و (١٠ - ٢٠ مم) للصفحة  
الملفات المتداخلة كما في الشكل ويتم اللف بلفف  
ملف من صلبه بسلك نحاسي قديم وذلك للمحافظة على

#### ١٢ - تنزيل المجموعات:

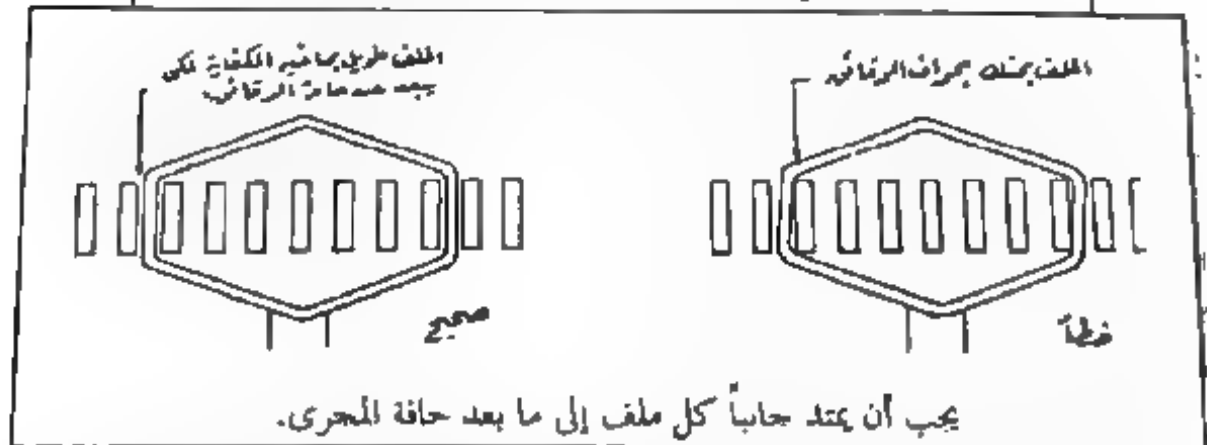
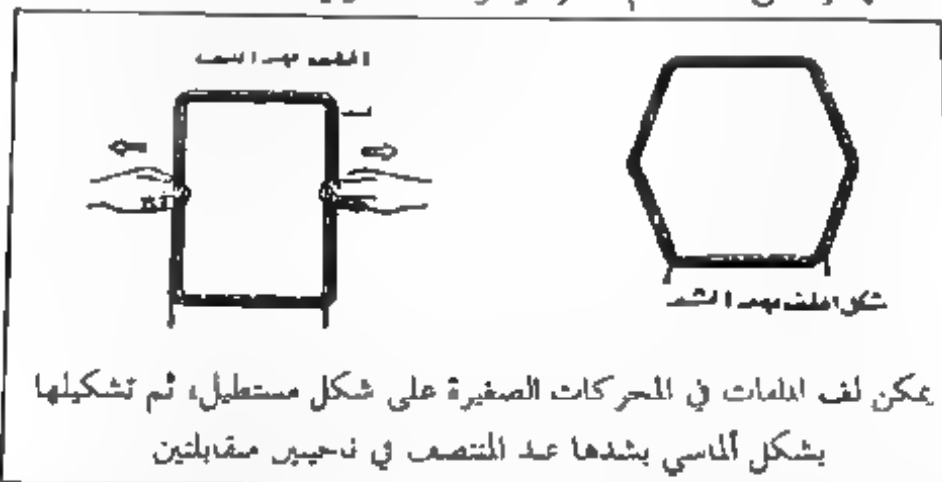
تنزل المجموعة بحيث تحافظ على  
اتجاه اللف وعدم وجود أي انعكاس  
في ملف أو مجموعة فذلك يلحق  
معاطيسيتها. ويفصل تنزيل الملف  
الصغير ثم الأكبر على أن تكون  
أطراف المجموعة من المكان والجهة  
المحددة والتي فيها فتحة توصل إلى  
لوحة الوصل. يوضع الملف  
المطلوب تنزله فوق المجاري التي  
سينزل بها ويجلس الضلع بشكل  
مستقيم ثم يحاول فرد الأسلاك  
لتباعد عن بعضها وتنزل سلكاً  
بعد سلك مع حركة ترددية لينة  
باتجاه طول المجرى. ويمكن  
استخدام قطعة فير أو بلاستيك



أو خشب غير سميك للمساعدة في حصر الأسلاك داخل المجرى، ويراعى  
عدم خدش أو جرح العازل الورنيش ويزلق عازل كرتوني بشكل مسحي فوق  
الضلع لحفظه داخل المجرى. وطول الغطاء العازل أكبر من المجرى من كل  
طرف بمقدود (٥ - ١٠ مم) وتؤكد عند تنزيل أول مجموعة من صحة قياسها  
وتعديل المجموعات التالية إذا كانت كبيرة أو صغيرة.  
ثم تنزل بقية المجموعات بالترتيب الصحيح، وفي المحرك الأحادي يتم تنزيل  
ملفات التشغيل ثم ملفات الإقلاع.

١٣ - تربيط المجموعات وحرمتها من الجانب الذي لا يعتري على أطراف. ويكون الربيط بحيط حريري أو قطبي أو ريس قماشى أو أي نوع لا يحتوي على مواد تتأثر بالحرارة كاللاستيك (لايلون) ويجب عند التربيط وضع عازل بين المجموعات من الكرتون الرقيق ثم تحرم مع الملفات ويدق عليها عطرقة بلاستيك أو خشب أو مطاط وتعطى بشكل الدائري المناسب وتكون الملفات مائلة إلى خارج المحرك لتسهيل دخول العصور الدائر دون أن يتلامس مع الملفات.

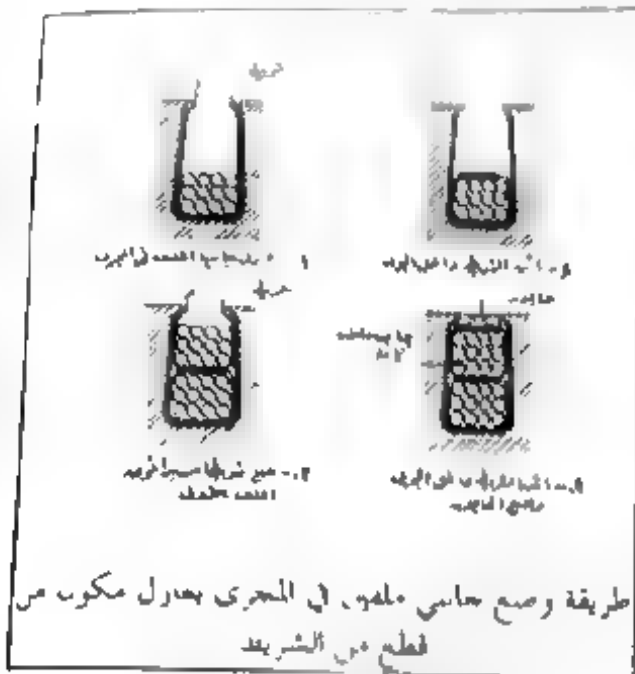
ويصل قبل حزم الملفات التأكد من وصية المجموعات وتربيتها وعدم انقطاع في ملفاتها ويمكن استخدام الأقومتر أو لمة السيري لذلك



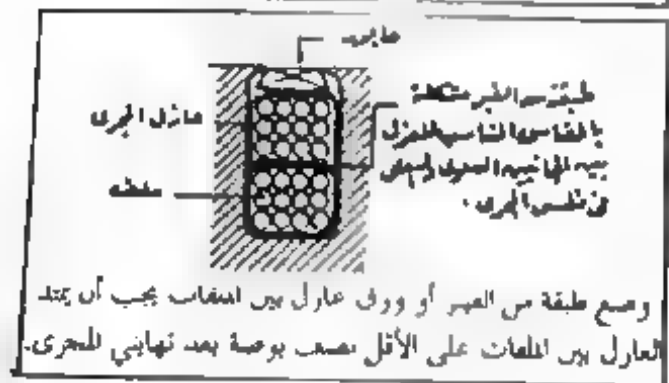
١٤ - توصيل المجموعات أو الملفات حسب المخطط الصحيح بحيث يكون التوصيل جيداً من الناحية الميكانيكية والكهربائية وذلك بإزالة الورتيش العارل جيداً بطريقة الحرق أو الإزالة بالمشرط ثم وضع أنبوب عازل من أحد الطرفين ثم عمل الجدة بين السلكين في المكان المناسب بحيث تكون الأسلاك غير

طويلة أو قصيرة، وعند التوصيل بهم (الم).  
١ - ٨) يدان عس (A - ١).

جذلات) ويقطع السبك الثاني ويرلق العازل لبطانة الواسعة



أما الأطراف التي ستوصل إلى لوحة الوصل فيستخدم لها أسلاك شعرية معزولة بـ بلاستيك حراري أو أي عازل يتحمل الحرارة، ويستخدم لون للنهايات ولون آخر للنهايات، أو لون للتشغيل ولون آخر للإقلاع ومقطع السلك الشعري يجب أن يتناسب مع شدة تيار المحرك.



ويعمل لحام الوصلات بالقصدير بالكاوي العادي أو التحريضي، ويوجد ملاحم خاصة كهربائية تستخدم في لحام الأسلاك الكبيرة القطر.

١٥ - تربيط الجانب الذي تم فيه التوصل باستخدام نفس الحيطاد أو التريص القماشي ويراعى تربيط وحزم جزء من الأسلاك الشعرية الخارجة إلى اللوح، والمحافظة على إبعاد الملفات عن جسم المحرك وعن الغلاف الخارجي. وقد يلزم وضع عازل كرتوني بين المجموعات أو على طرف الداخلي لمعدن الغلاف الخارجي للمحرك لتجنب تلامس بعض الملفات مع الحديد أو معدن الغلاف.

١٦ - التأكد من الوصلات ومن عدم وجود تلامس مع المعدن.

١٧ - تركيب أجزاء المحرك حسب التعليم وترتيب صحيح بعد إتمام العمل  
الميكانيكية إن وجدت

١٨ - تجريب المحرك على تيار بويره أقل من التوتر الاسمي للمحرك ، عند من  
سرعة الدوران وصوت المحرك وشدة التيار والحركة ثم بعد ذلك سرعة على  
توتر صحيح

١٩ - فك المحرك وإجراء عملية الوريشة وتركه ليبرد لفترة زمنية ثم إعادة  
تركيب المحرك وتجريبه ثانية ليكون جاهزاً

ملاحظة: إذا كان المحرك ثلاثي يمكن تجريبه على تيار أحادي كما هو مع سابقاً



ثابت محرك ثلاثي أثناء تنزيل الملفات

من النوع المعطى بتريس قماش

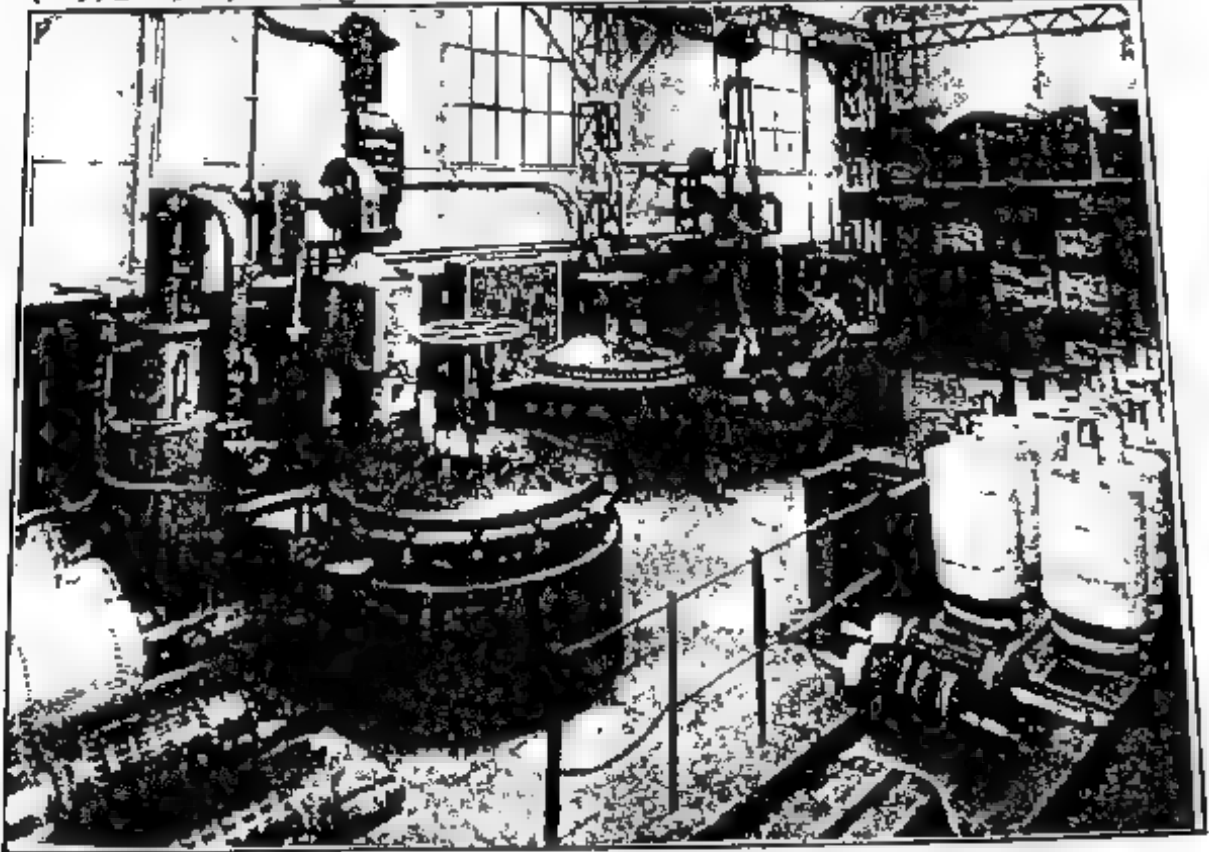
## ورنشة الملفات:

يستخدم الوريش أو المركبات الخاصة لحماية الملفات من الرطوبة ، زيادة تماسكها وصلابتها وتحسين التبادل الحراري مع الهواء، كما تزيد من متانة الكهربية للعازل وخاصة في الأماكن التي يتعرض فيها العازل للحك أو يحدث أثناء التف والوريش مادة محصوية وهو مركب لرح بي اللون يجف بالحرارة أو يدرك لفترة من الزمن فمع سرب الرطوبة أو الماء إلى داخل الملفات ويجعلها كتلة واحدة متماسكة

## طرق الورنشة:

- ١ - طريقة الدهن بفرشاة بعد إتمام عملية التف والتجريب فيحلل الوريش داخل الملفات. وتعتبر هذه الطريقة غير مجدية تماماً ولكنها أبسط طريقة قد يستخدمها الفني. ويتم تخفيف الوريش بتعريضه للهواء وحرارة الشمس أو يوضع تحت حرارة مصباح كهربائي له عاكس موجه إلى الملفات بعد دهنها
- ٢ - طريقة العطس: تخفف الملفات في فرن حاص لدرجة (١٠٠ - ١٢٠م) ثم تغطس في الوريش لفترة كافية ليتسرب الوريش داخلها وتخرج فقاعات الهواء لتحل محلها مادة الوريش، ثم يخرج المحرك ويترك ليتساقط الوريش الرائد ثم تعاد إلى الفرن للتجفيف.

صورة لورشة يتم فيها ورشة المعصو الدائر المعروف بطريقة التمريح والصعق في حيز معق (فرنسا)





- ٣ - طريقة العطر تحت الضغط والتفريغ  
وتستخدم هذه الطريقة بالآلات الكبيرة وبها تجهيزات خاصة في مصانع الآلات الكهربائية ويتم كما يلي
- أ - تجفف الملفات لدرجة (١٢٠م) خلال (٤ - ٦ ساعات) حسب حجم الآلة وقد تستمر لمدة (١٢ ساعة) أحياناً وذلك لإزالة وطرر الرطوبة منها.
- ب - توضع الملفات في وعاء معدني معلق وتجرى عملية تفريغ الهواء منه حتى (٧٠مم رطيفي) وترفع الحرارة تدريجياً حتى (١٢٠م) مستمرة لمدة (٤ ساعات)
- ج - يدخل الورنيش السائل إلى الوعاء المعلق فيدفع بشكل بحار وتمتصه الملفات ويتغلغل حتى الأجزاء الداخلية وبعد ذلك يرفع الضغط حتى يصل إلى (٢ - ٣ بار) ولمدة ساعة.
- د - يسلط الهواء المضغوط لإزالة الورنيش الزائد ثم يمسح من جديد لمدة (١ - ٢ ساعة) لتجفيف النهائي.

### طريقة الدهان بالمواد التركيبية الأخرى (كومباوند):

تستخدم مواد مشابهة للورنيش مركبة من الإسفلت الطبيعي وريت الجرافين أو الشمع أو مركبات الصمغ التركيبي حيث تكون صلبة في درجة الحرارة العادية وتصبح سائلة في الدرجة (١٠٠ - ١٢٠ م).

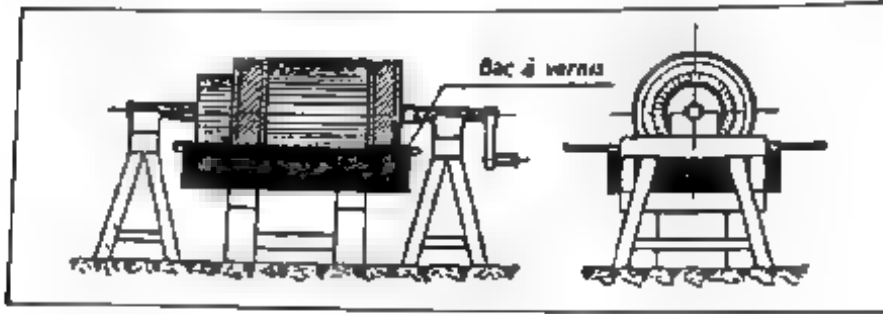
### الورنيش السلكوني:

وهو مركب من ثالث كلور السليكون الذي يستحصل عليه من تفاعل السيليوس مع الكلور في فرن عالي الحرارة، وتصبح هذه المادة صلبة بعد التجفيف وغير قابلة للإنصهار أو الانحلال، ولونها شفاف وميزتها الهامة أنها تتحمل درجة حرارة عالية تصل حتى (٢٥٠ م) وبشكل دائم.

### طريقة ورنيشة العضو الدائر الملفوف:

يجفف في فرن جيد التهوية بدرجة (١٠٠ - ١٢٠ م) ثم يغطس وهو ساخن (٨٠ م) في وعاء الورنيش ويترك حتى ينتهي خروج الفقاعات على سطح الورنيش

مما يدل على تعلل الورنيش إلى الخبز الداخلي للمعدات، ثم يرفع من الورنيش ويترك حتى يتساقط الورنيش الزائد ثم يعاد إلى الفرن لتجفيفه وإذا كان الدائر الملموف كبيراً فإنه يوضع فوق حوض الورنيش على مسدين ثم يُدوّر ببطء ليتشرب الورنيش ويصل إلى كل ملحاته كما في الشكل.



طريقة الورنيشة بغطس العصور الدائر الملموف داخل الورنيش  
وتدوير الذراع لإتمام الغطس لكل الملح



## الأعطال العامة لمحركات التيار المتناوب الثلاثي

### ١ - المحرك لا يقلع:

- أ - افحص المواسم والحمايات وتأكد كذلك من صحة وصل المحرك  $\Delta$ -Y.
- ب - تأكد من وصول التيار إلى أطراف التغذية المحرك وعدم انقطاع أحد الأصوار.
- ج - افصل التغذية وتأكد من صحاح السيري أو بمقياس الأوم بحال الأوم من عدم وجود انقطاع في الدفات.

### ٢ - المحرك يقلع بصعوبة:

- أ - إذا كان المحرك ذو دائر مغوف فيجب التأكد من وضع الفحومات على حاملها وبطول كاف وضغطها مناسب على حلقتي الانزلاق.
- ب - تأكد من الوصل بين العضو الدائر والمعدية وعدم وجود انقطاع في مقاومة المعدلة.
- ج - تأكد من عدم انقطاع في صعات العضو الدائر أو في طرف التوصيل النجمي له.
- د - تأكد من عدم وجود تلامس بين الدائر والثابت أو تلف كراسي المحور (الرولمانات) وذلك بتدويره يدوياً.
- هـ - وجود حمل كبير على الآلة أو فيها عطل أو سوء تشغيل.

### ٣ - المحرك يدور بسرعة منخفضة:

- أ - التوصيل بحمي Y يسا يجب أن يكون التوصيل  $\Delta$  مثلثي (راجع توصيل اللوحة والتوتر الاسمي المسجل عليها وتأكد من التوتر الفعلي للشبكة).
- ب - توتر التغذية ضعيف.
- ج - انقطاع أحد فازات التغذية أو ضعف توتره أو تلامس ضعيف بين الفحومات والعضو الدائر للمحرك ذو الدائر الملفوف.
- د - تخلخل أو تشقق في قضبان الدائر ذو القمص السنحامي.
- هـ - تأكد من شد جميع براعي وصواميل تثبيت أجزاء المحرك.

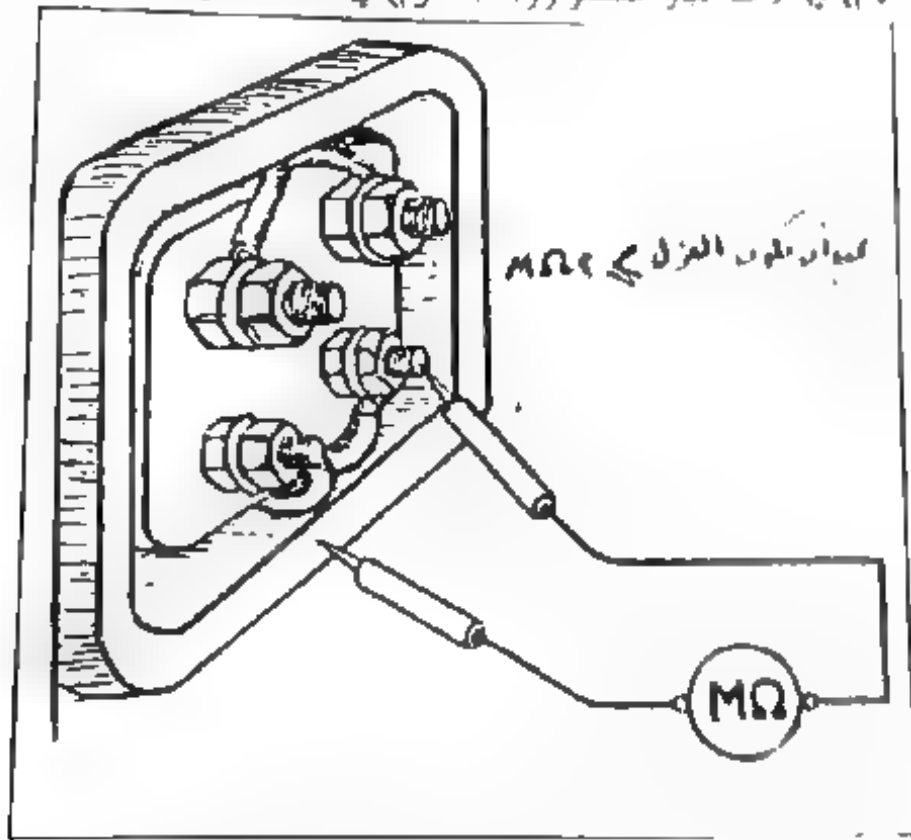
#### ٤ - الملفات ترتفع حرارتها بشكل غير طبيعي:

- أ - قصه د د في بعض ساعات
- ب - انقطاع أحد عدادات فترتفع حرارة ملفات انطوريين الآخرين
- ج - زيادة حمل المحرك
- د - تلامس الملفات مع جسم المحرك في أكثر من مكان.
- هـ - زيادة توتر السعدي أو وصله في النوحة بشكل مثلي بينما توتر الشبكة يتطلب توصيل بحمي Y

#### ٥ - تكهرب جسم المحرك:

- أ - تلامس بين خط تعديده طور وجسم المحرك.
  - ب - تلامس بين أحد الملفات والمعدن
  - ج - ضعف العازلية أو تلف الكرتون.
  - د - دخول الماء إلى ملفات المحرك.
- ويمكن فحص العازلية بين الملفات والجسم المعدني كما يلي:
- ١ - بواسطة مصباح السيري بين أطراف المحرك والجسم المعدني فتوهج المصباح يدل على وجود التلامس.
  - ٢ - بواسطة مقياس فولت كما في الطريقة السابقة.
  - ٣ - طريقة استخدام منبع تيار مستمر (٦ - ١٢ف) يوصل طرف إلى خط تغذية المحرك والطرف الآخر إلى الجسم المعدني للمحرك عن طريق مقياس أمبير أو ميلي أمبير فإذا انحرف المؤشر في المقياس فيدل ذلك على وجود التماس.
  - ٤ - استخدام محول توتر عالي استطاعته ضعيفة، يوصل أحد طرفي التوتر العالي إلى جسم المحرك والطرف الآخر إلى الملفات أو صرف تغذية المحرك مع مقياس ميلي أمبير ثم نرفع التوتر تدريجياً بواسطة معدلة (مقاومة متغيرة) موصولة على التسلسل مع الملفات الابتدائية للمحول. وراقب مقياس ميلي أمبير فإذا بدأ مؤشره بالانحراف فيدل ذلك على وجود تسرب وضعف في العازلية وتظهر شرارة ودخان في مكان

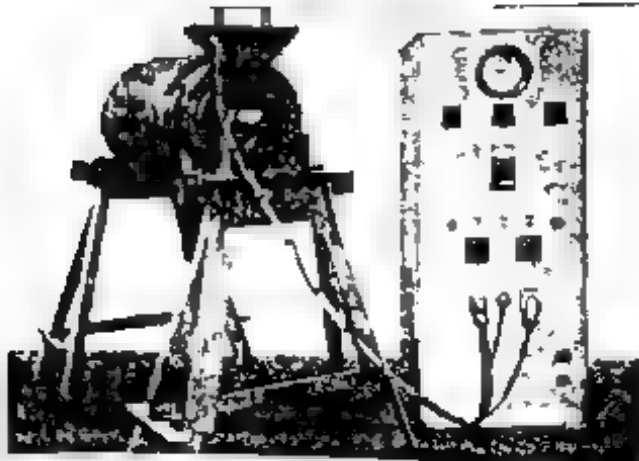
١.٥.١. الماركة ٥٠٠٠ و ١٠٠٠٠ (توتر الاختبار كما يلي)  
 ١.٥.١.١. ١٠٠ فولت - أو الأجهزة التي تعنى بأقل من (١٠٠ فولت)  
 ١.٥.١.٢. ١٠٠٠ فولت - مساوياً (ضعف التوتر + ٥٠٠ فولت)  
 ١.٥.١.٣. ١٠٠٠ فولت أو الأجهزة ذات التعدية بالتيار المتناوب أكثر من  
 (١٠٠٠ فولت) يكون توتر الاختبار مساوياً (٢ ف + ١٠٠٠ فولت)  
 ١.٥.١.٤. ١٠٠٠ فولت (١٠٠٠ فولت) أخرى لزيادة التأكد من متانة العزل.  
 ١.٥.١.٥. الماركة ٥٠٠٠ - ٢٠٠٠ (لا تقل عن ٢٠٠ - ٥٠٠ ك  
 أوم) في آلات التيار المستمر و (٢ ميجا أوم) في آلات التيار المتناوب.



استخدام جهاز الميكر لمقياس العازلية بين الجسم المعدني وملفات المحرك  
 ونمط استخدام مقياس الأوم (بحال الأوم) أو مصباح تسلسلي.

#### ٥ - استخدام جهاز الميكر (مقياس العازلية)

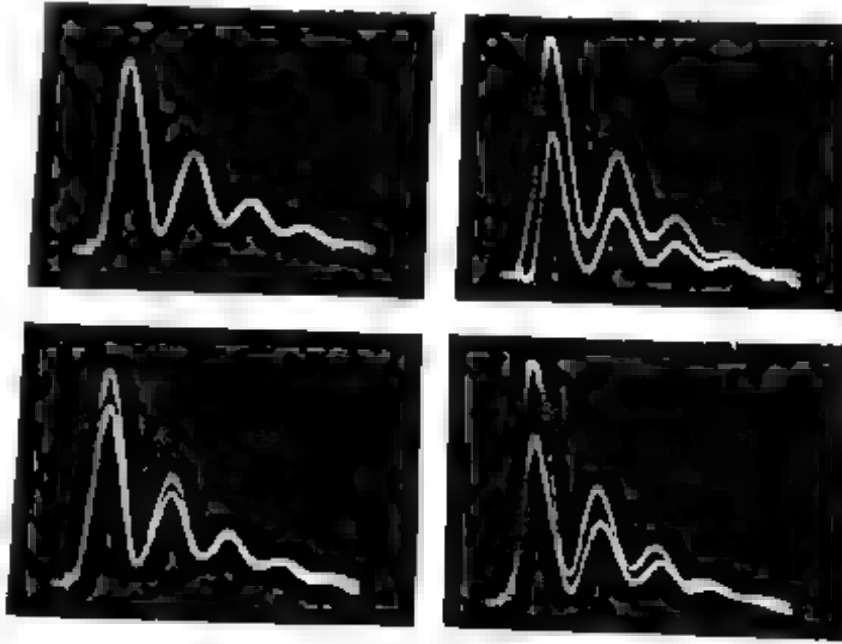
وهو جهاز يقيس العازلية بالميجا أوم يولد توتراً مناسباً (٥٠٠ - ١٠٠٠ ف)  
 ذو استطاعة صغيرة بواسطة تدوير ذراع الجهاز ويوصل سلكيه بين جسم  
 المحرك وطرف الملف المطلوب فحصه كما في الشكل.



جهاز الكتروني له شاشة يعطي بعدد دقات دة  
ويرتسم على شاشته ممرحات تصهر جوع خطأ ومكانه

جهاز فحص الكتروني  
دو شاشة يوصل مع  
الملفات أو بين جسم  
المحرك واللمبات  
ويعطي بضات،  
ويظهر على شاشة  
اظهار بشكل منحنيات  
بين وجود التماس أو  
صعب العارلية كما  
يفيد في تحري الأعطال

الأخرى أثناء اللف. وباعتباره عالي الثمن فإن استخدامه ينحصر في معادن  
ومصانع إنتاج المحركات أو الآلات الكهربائية.



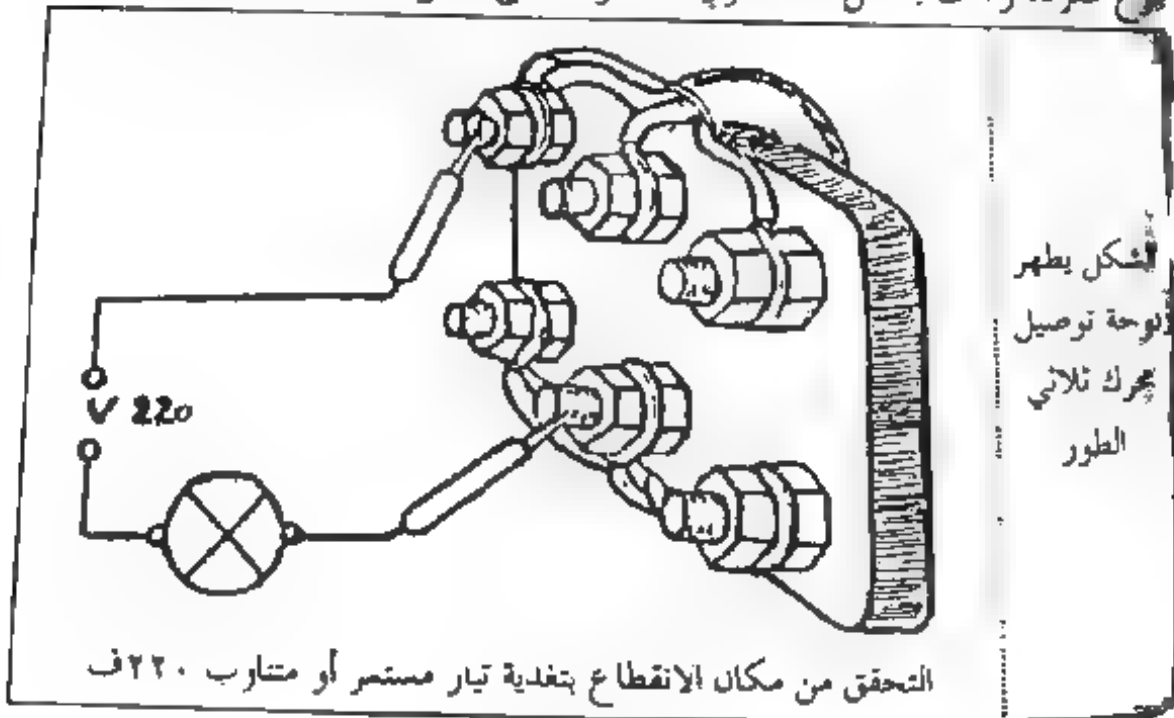
منحنيات يعطيها راسم الإشارة عند فحص ملفات محرك ثلاثي الطور  
الشكل فوق يسار : منحنيات متطابقة لا يوجد أي خطأ  
الشكل فوق يمين : طور معكوس  
الشكل تحت يسار : قصر دائرة في لعة واحدة  
الشكل تحت يمين : قصر دائرة في ١٠ لفات

## الأخطاء الطارئة أثناء اللف أو بعده:

- ١ - تلامس الملفات مع الجسم المعدني
- ٢ - وجود الدارات المفتوحة في ملفات الطور بسبب الانفصال أو الوصلات الرديئة
- ٣ - وجود القصر في ملف واحد أو بين ملفين مع بعضهما
- ٤ - وجود المعكوسات عند تنزيل أو توصيل ملف أو مجموعة أو مجموعات طور واحد

## ١ - كشف التلامس والدارات المفتوحة:

ب وجود التلامس بين الملفات مع بعضها لبعض أو بين ملف والجسم المعدني يكشف باستخدام إحدى الطرق المذكورة سابقاً.  
كما أن كشف دائرة مصوغة في الملفات أو اتصالات الرديئة يتم باستخدام مصباح السلسلي (السري) أو بمقياس الأفومتر بحال الأوم. حيث نضع أحد سلكي الجهاز على طرف الملف أو المجموعة أو طرف توصيل المحرك ونسفل سلك الجهاز الآخر إلى الوصلات أو نهايات. وعندما لا يصيء لمصباح أو لا يتحرك مؤشر مقياس الأفومتر يدل ذلك على وجود الانقطاع وعند وجود مجموعات أو ملفات على السمع فيجب التأكد من سرارية وعدم انقطاع كل فرع منفردة وذلك بمصل أحد طرفي المجموعة على الأقل.



## **ب - كشف القصر:**

يتيح القصر عن تحرش أو جرح العازل بين الملفات أو بين ملف وآخر من بسبب مرور التيار في الطريق الأقصر فيؤدي إلى إحتصار في عدد من الملفات ، الملفات فتضعف المغناطيسية

وترتفع شدة التيار بسبب إنخفاض المقاومة الأومية والتحريرية للملفات وينتهي الأمر باحتراق المحرك كما أن وجود قصر في ملف أو مجموعة داخل المحرك يجعلها كأنها ملفات ثانوية مقصورة في محول يتولد فيها تيار تحريضي عالي الشدة فيؤدي إلى إحتراق عازلها وتأثر بالملفات المجاورة وتتلها أيضاً

يستخدم جهاز فحص يدعى (الروام) وهو عبارة عن ملف على دائرة مغناطيسية مفتوحة يعدى بتيار متناوب ويوضع داخل العضو الثابت بحيث تتم الدائرة المغناطيسية عن طريق حديد الملف المطلوب فحصه فيتولد فيه قوة محرّكة تحريضية كملف ثانوي لمحول. ويسبب التحريض المغناطيسي المتولد في جذب وإهتزاز نسلة المنشار القريبة من الملف وترتفع حرارة الملف إذا كان فيه قصر

## **ج - الكشف عن الملفات أو المجموعات المعكوسة:**

قد يحدث هذا الخطأ عند الفني المبتدئ فيتم تسرييل أو توصيل ملف أو مجموعة أو أكثر بشكل معاكس ويتسبب ذلك في ضعف عزم ودوران المحرك وارتفاع حرارته وزيادة شدة تياره وقد لا يقلع أبداً وهذا يتناسب مع مكان وجود الانعكاس وأهميته ويمكن كشف المعكوسات بطريقة البوصلة كما يلي:

### **١ - الملفات المعكوسة:**

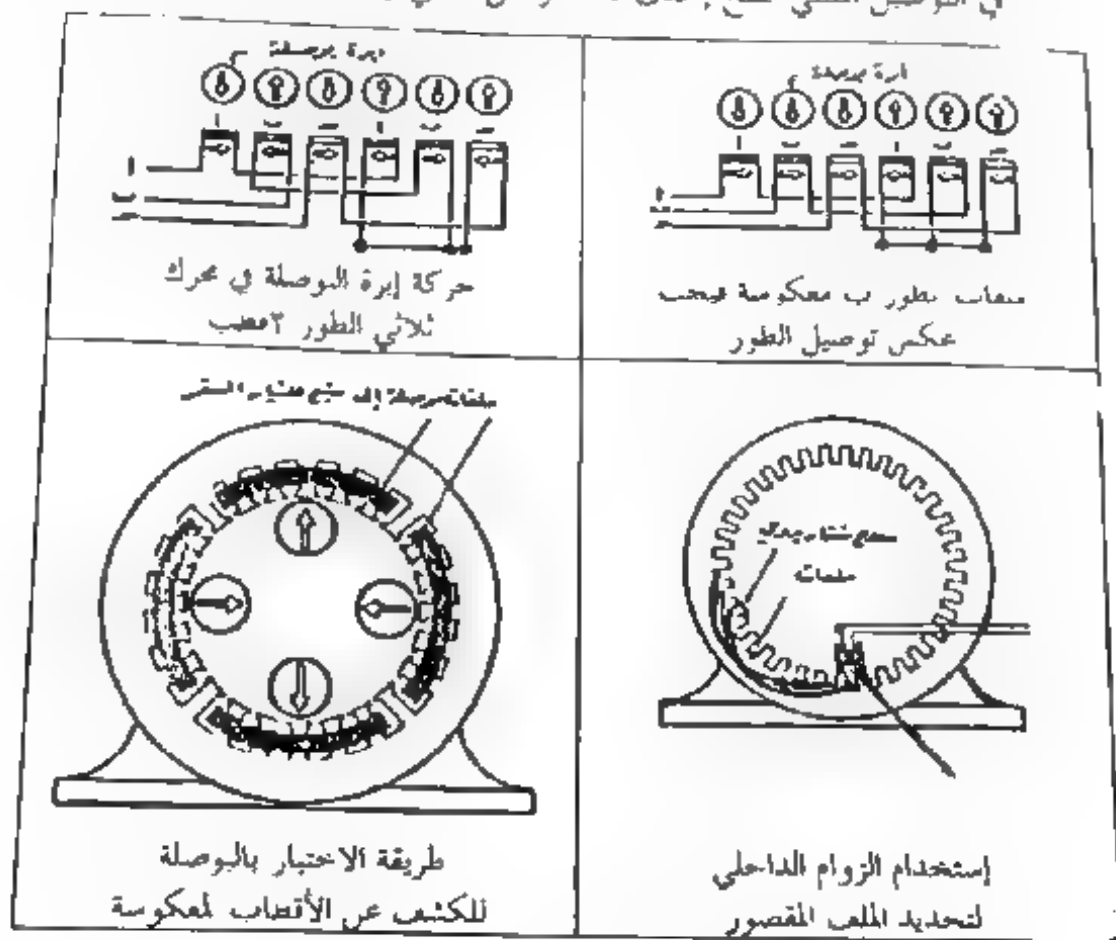
تغذى ملفات الطور بتيار مستمر منخفض الجهد وتمرر بوصلة قرب الملف ونجد أن اتجاه الإبرة ينعكس عند الملف المعكوس.

### **٢ - المجموعات المعكوسة:**

في التوصيل النجمي تغذى نقطة النجم عن طريق مصباح اختبار يتألم مستمر مناسب وتقرب بوصلة على مجموعات هذا الطور ثم تبدل إلى الطور الثاني ثم الثالث ونجد أن مجموعات أحد الأطوار تنحرف فيه الإبرة باتجاه معاكس



القطب بين الآخرين وهذا يدل على صحة توصيل مجموعات الأطوار. أما إذا كان  
 لإحدهم معاكسة في الأطوار الثلاثة فمدل ذلك على وجود مجموعة طور معكوسة  
 في التوصيل الثلاثي فتح إحدى معاكسة وصل لثلاثي ويجري نفس الاحبار



## ٣ - الأطوار المعكوسة:

عند توصيل ملفات أحد أطوار المحرك الثلاثي باتجاه معاكس أي وضع  
 النهاية بدل البداية على لوحة الوصل فإن المحرك لا يجمع ويؤدي إلى تلف الملفات  
 إذا لم يقطع عنه التيار مباشرة.

ويكشف هذا الخطأ كما في طريقة المجموعات المعكوسة حيث يغذى كل  
 طور بتيار مستمر منخفض التوتر وبشكل متتابع. وتتابع مغناطيسية المجموعات في  
 كل قطب ويجب أن تكون مغناطيسية أحد الأطوار مخالفة للطورين الآخرين ويسدو  
 ذلك في اتجاه انحراف الإبرة.

## طرق وصل أسلاك اللف:

حيث توصيل الملفات أو المجموعات مع بعضها البعض أو عند تقطاع أي أحد الملفات فإن عملية الوصل يجب أن تحقق ما يلي:

١ - المتانة الميكانيكية ضد التفتك أو الانقطاع أو التدخل مما قد يؤدي لتور.

شرارات عند مرور التيار فيها

٢ - التلامس الكهربائي الحيد بحيث لا يعنى أي عازل أو وريش في الوصلة بم يصعب ناقليتها وتمريرها للتيار.

٣ - أن لا تكون الوصلة قصيرة أو طويلة فالقصيرة تعرضها لشد والإقطاع لاحقاً، والطويلة تبرز صعوبة في حصر الزيادة دون فائدة.

ويفضل إزالة الوريش بعد تحديد مكان الوصلة بواسطة مشرط أو مسكين وبشكل لا يجرح نحاس السلك ويضعفه ويؤدي لقطعه سريعاً، وبمكس استخدام مصدر حراري مناسب لحرق العازل الوريش ثم إزالته بعد تفحصه.

كما يستخدم ورق السنبادح بليونة لإزالة الوريش. وفي شركات التصنيع توجد أجهزة كهربائية تزلط السلك كهربائياً وبسرعة.

قبل عملية الوصل يجب إدخال قطعة عازل (تيب معكرونة) بطول (٤ - ٦ سم) وبقطر مناسب ثم إجراء الوصلة وذلك بجدل السلكين على بعضهما مما لا يقل عن (٨ جدلات). بحيث تكون مشدودة ومتراصة بإحكام.

١ - إذا كانت الأسلاك بقطر ومقطع صغير لا يتجاوز (١,٥ مم) تزلط نهاية

السلكين بالمشرط أو ورق سنبادح ثم يحدلان لمسافة (١,٥ - ٢ سم) بعد إدخال

تيب العازل بطول (٤ - ٥ سم) ثم تلحم الوصلة بالقصدير بواسطة كاوي

كهربائي عادي أو تحريضي ثم تترلق قطعة التيب إلى الوصلة لتعصيتها.

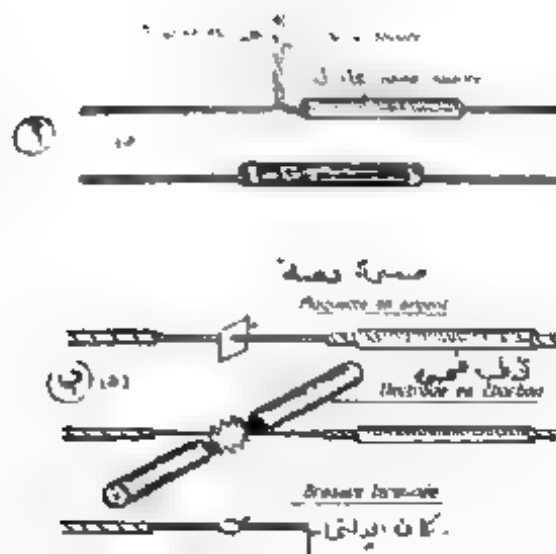
ب - للأسلاك ذات المقطع (١,٥ - ٣ مم) يحم الطرفان وجهاً إلى وجه ويمكن

لتسهيل اللحام وضع قطعة صفيحة من لحام الفضة بين الطرفين سماكة

(٠,٤ مم) كما في الشكل ونضع قليلاً من مسحوق اللحام (بوراكس) ثم نجعل

قوس اللحام يخترق نقطة الوصل وذلك بوضع الوصلة بين قطبي المسحمة التي

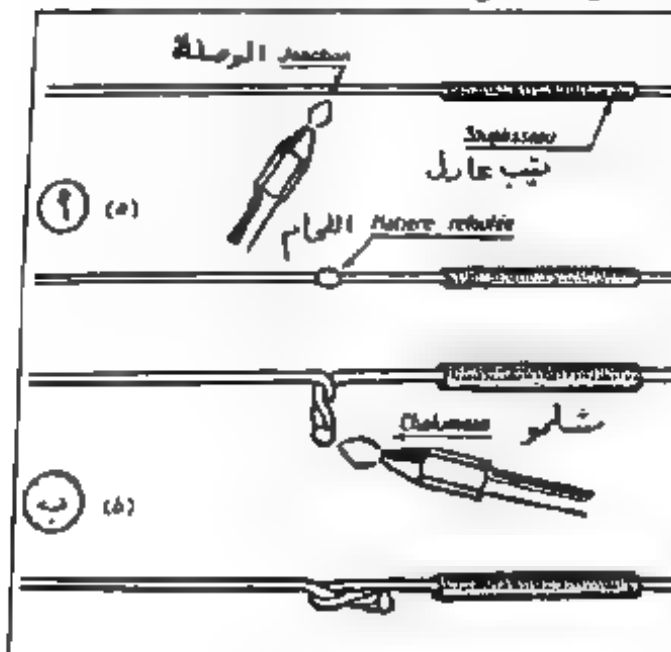
هي عبارة عن محول يعطي توتر (١٢ - ٢٤ ف) وشدة تيار (٨ - ١٥ A).



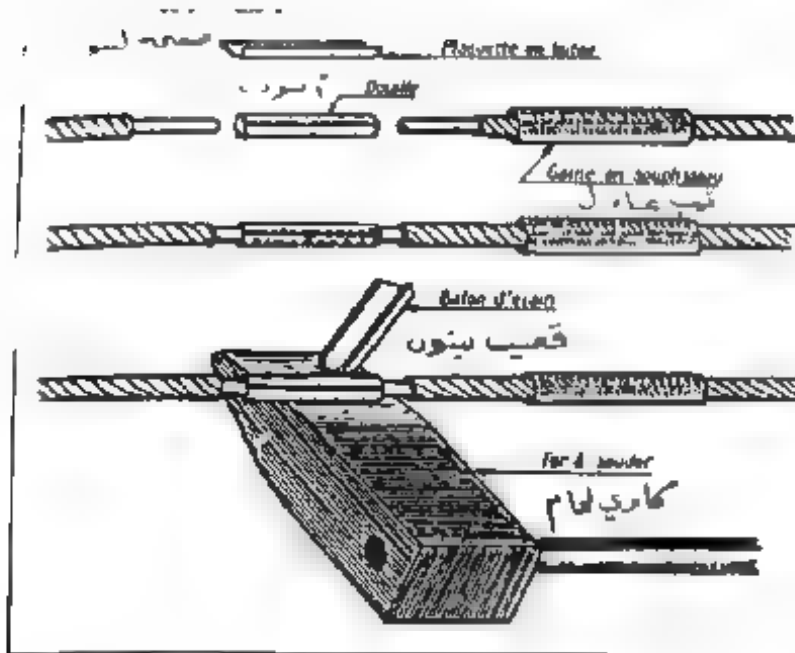
- طرق وصل أسلاك اللف
- أ - طريقة وصل سلكين بعد تنظيف  
الوريش للأسلاك ذات انقطاع  
الصغير ثم ادخالها في التيب  
العارل
  - ب - طريقة استخدام شلمو أو قطبي  
لحام بعد وضع صمغ صلب من  
المضخة لتحقيق للحام.

ج - في أسلاك اللف ذات المقطع أكبر من (٢ مم) يوضع قطعة من نحاس أو  
اليتوب المسص ملفوفة بشكل أسوب ويبيض طرفي الوصلة ثم ندخل قصعة  
التيب العارل وبعدها ندخل طرفي السلكين داخل الأنبوب النحاسي ونحمه  
بالكاوي في مكانها فيتم الوصل الجيد والقوي ثم يرق عارل التيب لتعطية  
الوصلة.

د - استخدام الشلمو في لحام الوصلات بعد جدل السكين أو وضعهما وجهاً  
لوحة. وفي الحالتين يجب استخدام شلمو صغير جداً، وهذه الطريقة تستخدم  
خاصة في وصل أسلاك الألمنيوم كما في الشكل.



- وصل أسلاك لف من الألمنيوم
- أ - بواسطة اللحام بالشلمو بالوصل  
المباشر.
  - ب - بواسطة اللحام بالشلمو بعد  
جدل طرفي السلك بطول حوالي  
٥ سم ولحامهما مباشرة أو بعد  
تثبيت الوصلة على السلك  
وإدخال التيب العارل بعد ذلك.



لحام أسلاك النحاس  
 النحاسية ذات المقطع  
 الكبير (3 مم<sup>2</sup> وأكبر)  
 يوضع قطعة من  
 النحاس بشكل أسيوي  
 مبيضة ثم لحام الناقيل  
 بالقصدير ثم يزلق  
 نيب العازل لتغطية  
 الوصلة



# الفصل السادس

## المحركات المتعددة السرعات

إن بعض الآلات الصناعية أو المنزلية قد يتطلب عملها تعدد سرعتها أو إمكانية التحكم في سرعتها، ومن ذلك بعض آلات الحجارة أو الخرطة وآلات اللف، وفي مكنة الخياطة والمراوح يمكن التحكم بمرعه محركها، وفي العسالات الأنوماتيكية لابد من دوران المحرك بسرعة منخفضة عند العمل وسرعة عالية عند التشييف فله إذن سرعتان، ويمكن تحقيق تعدد السرعات بالطرق التالية

### ١ - الطريقة الميكانيكية:

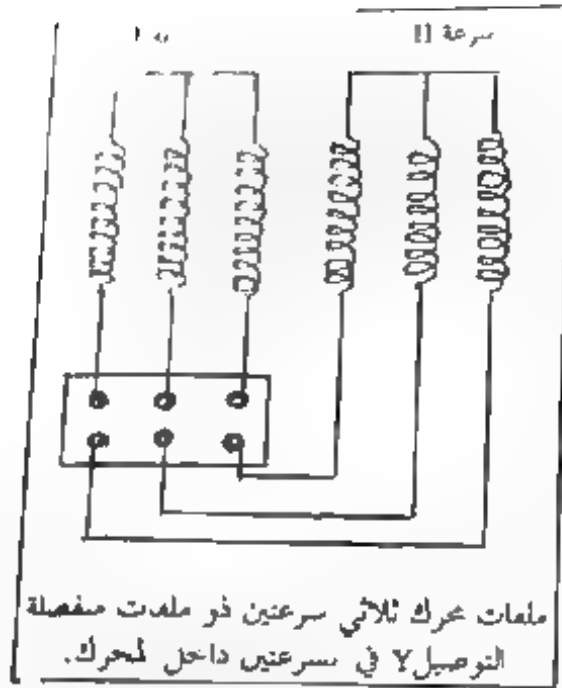
- أ - عن طريق عبة سرعة ذات مسارات مختلفة في عدد الأسان بحيث يمكن تشغيل المسار المناسب للحصول على السرعة المطلوبة. وهذا يشبه علة السرعة في السيارات وتستخدم هذه الطريقة في آلات الخراطة وبعض اللفافات.
- ب - طريقة الربط بالسور بحيث تكون بكرة المحرك ذات قطر أصغر أو أكبر من قطر بكرة الآلة كما في المناقب الكهربائية وغيرها حيث تكون البكرة متعددة الأقطار. ويكفي تبديل مكان السير (القشاطر) لغير السرعة.

### ٢ - الطريقة الكهربائية:

ولها عدة طرق تختلف حسب نوع المحرك وهي:

#### أ - طريقة تعدد اللف (الملفات المفصلة):

فالمحرك بعد لفة لفا كاملاً على سرعة معينة ثم يلف أيضاً فوق الملفات الأولى بعد عزلها في المجاري بسرعة أخرى كأنه محرك آخر. وتدعى (طريقة الملفات المفصلة) فيمكن تشغيل المحرك بمرعته المنخفضة أو العالية. وقد يكون له ثلاث سرعات، وهذا المحرك قد يكون محركاً ثلاثياً أو أحادياً. ولتقليل عدد القواطع في لوحة التوصيل يوصل المحرك الثلاثي ذو السرعتين من الداخل وحسب



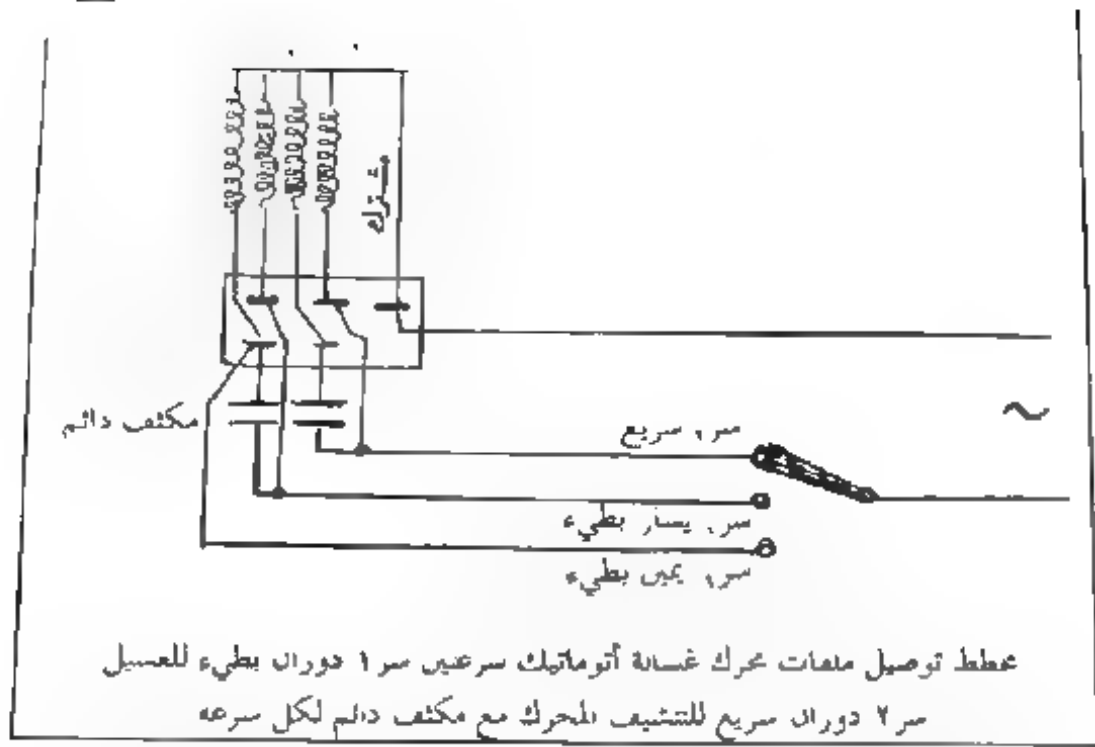
المطلوب بالتوصيل النجمي أو المثلثي  
فلوحة الوصل تحتوي على ثلاثة أطراف  
للسرعة الأولى وثلاثة أطراف أخرى  
للسرعة الثانية. كما في الشكل وبغذي  
فقط الطرف المناسب للسرعة المطلوبة.  
وفي المحرك الأحادي المتعدد السرعات  
الملحوف بهذه الطريقة يمكن ان تحتوي  
لوحة توصيله على خمسة خطوط فقط  
كما في بعض محركات الفصالات  
الأوماتيكية.

وهذا النوع من المحركات يكون  
كبير الحجم صغير الاستطاعة. ويمكن  
أن يتعطل أو يتلف جزء من ملفات إحدى السرعتين فيعمل بشكل صحيح عند  
السرعة الأخرى فقط. وغالباً ما يتطلب إعادة لف جميع ملفات السرعتين ولو تلف  
أو احترق جزء منها فقط.

### توصيل محرك غسالة أوماتيك (سرعتين)

يتكون المحرك من ملفات خاصة لكل سرعة فالسرعة استخفضة عدد أقطابها  
كبير (١٢ - ١٦ قطب) وتستخدم في عملية الغسيل حيث يقوم المحرك بتدوير لوعاء  
الاسطواناني المثقب - داخل حوض الماء - الذي يحتوي على الملابس المطلوب غسلها  
ويقوم صمام الماء بالفتح لإدخال كمية الماء المناسبة ويعمل مسخن كهربائي على  
تسخين الماء للدرجة المطلوبة. وتدخل مواد العسيل كمسحوق الغسيل والتبييض  
والتعطير الموضوعة في درج خاص مع الماء المسخن.

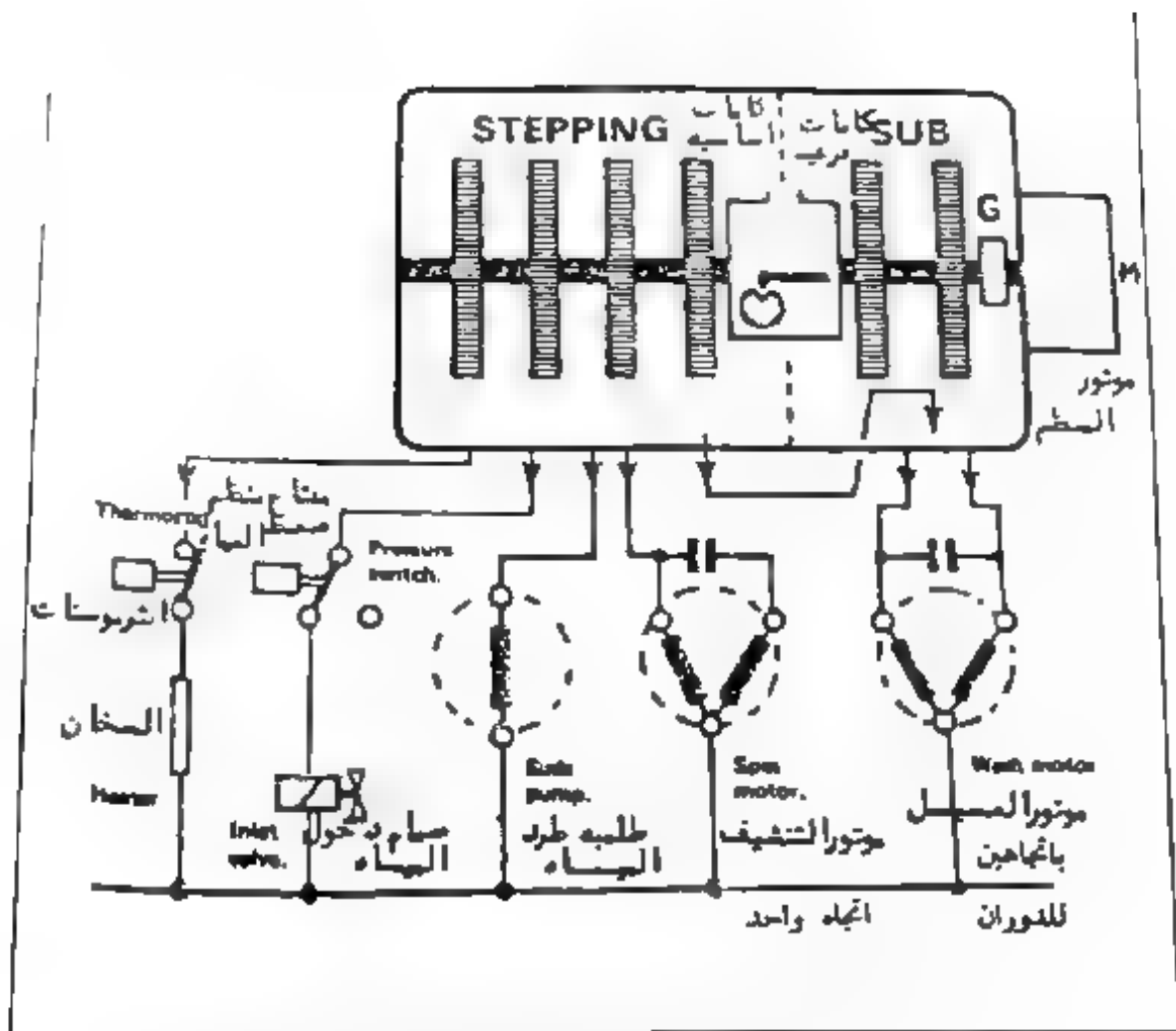
إن عملية العسيل تتم بدوران المحرك ببطء لرمل قصير نحو اليمين ثم  
توقف قليل ثم يدور نحو اليسار. وينظم وينسق ترتيب هذه العمليات جزء هام  
ميكانيكي كهربائي أو إلكتروني يدعى المبرمج وهو قابل لاختيار البرمجة حسب نوع  
وكمية ودرجة اتساخ الغسيل وغير ذلك وفي المرحلة الأخيرة يعمل المحرك بسرعة  
٢ قطب (٢٨٠٠ د/د) فيعمل على تنشيف الغسيل وتعمل مضخة سحب الماء لطرد الماء  
خارج الغسالة.



**ملاحظة ١:** عاباً ما تكون ملفات التشغيل والإقلاع بسرعة المنخفضة متماثلة تماماً وذلك يمكن عكس دوران المحرك بتبديل تغذية طرف ملفات الإقلاع أو التشغيل مع المكثف كما في المخطط وفي السرعة العالية المستخدمة للتنشيف لا يتطلب إلا اتجاه واحد للدوران.

ومشبين مخطط بعض الأنواع في فصل المخططات.

**ملاحظة ٢:** بعض محركات الغسالات الأوتوماتيكية ينفذ لفها على السرعة البطيئة كأنه محرك ثلاثي الطور، ويوصل بطريقة توصيل المحرك الثلاثي على تيار أحادي، أي مع مكثف دائم وغالباً ما يكون توصيله الداخلي بشكل نجمي، وتتم عملية عكس الدوران بتبديل تغذية نقطة واحدة عن طريق المبرمج حسب الزمن المعين وهو غالباً ٥٠ ثانية يمين ١٠ ثانية توقف ٥٠ ثانية يسار وهكذا..



مخطط طريقة عمل المبرمج لتشغيل المحرك ذو السرعتين (عسيل - تشيف)  
وبقية الأجهزة في غسالة أوتوماتيك

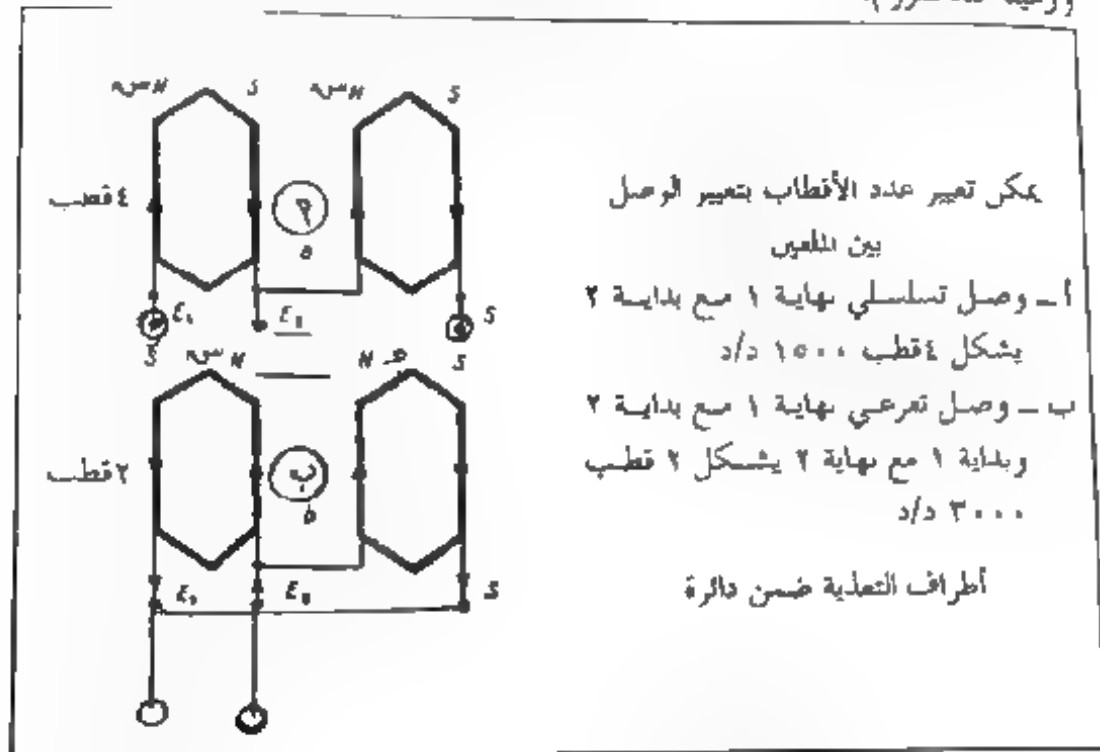
### ب - طريقة الملفات المشتركة (طريقة دلهندر ولندستروم):

درسنا سابقاً أن سرعة المحرك تتعلق بتردد الشبكة (الهرتز) وبعدد أقطابه. وبهذه الطريقة تغير سرعة المحرك بتغيير عدد أقطابه. ويكفي لذلك تغيير وصل ملفات الثابت في لوحة التوصيل ليكون عدد الأقطاب كاملاً أو خفضه إلى النصف فتتضاعف سرعة المحرك.

ويتم تغيير وصل مجموعات كل طور من تسلسل إلى تفرع أو بالعكس كما في الشكل حيث يخفض عدد الأقطاب من (٤ قطب إلى ٢ قطب) ولتحقيق ذلك لابد من إخراج طرف منتصف مجموعات كل طور فيكون عدد الأطراف في



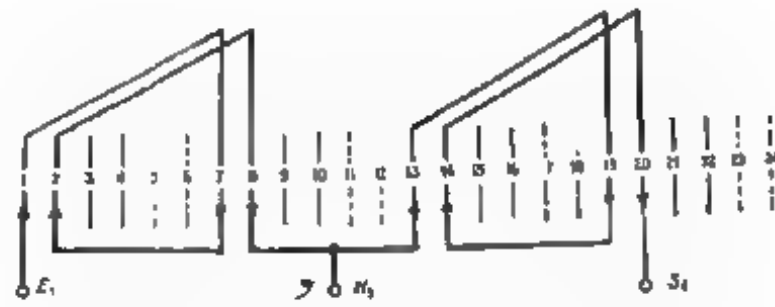
اللوحة تسعة أطراف ويخصص هذا العدد إلى ستة أطراف. وتوصل المجموعات عادةً بشكل يحمي من الداخل. وتدعى هذه الطريقة باسم مصممها الألماني ديهل ورهيله لندستروم.



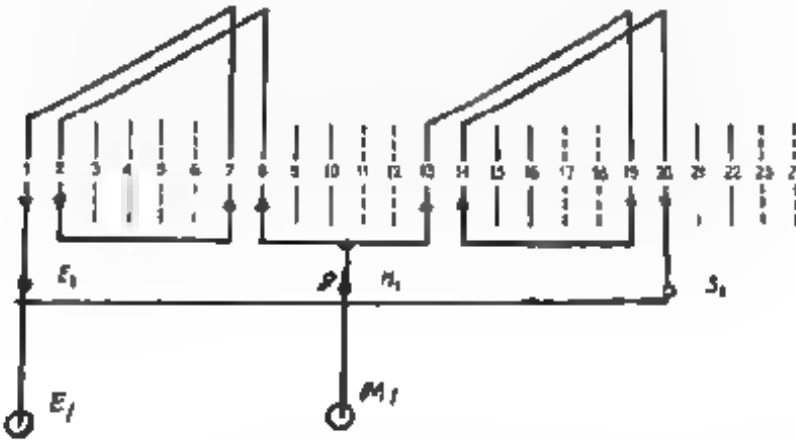
### توصيل محرك سرعتين حسب طريقة (دلهندر وندستروم):

إن إحدى سرعتي المحرك تساوي نصف أو ضعف السرعة الأخرى أي ٢ قطب/٤ قطب أو ٤ قطب/٨ قطب أو ٦ قطب/١٢ قطب.

وطريقة اللف تتغير بحيث تكون الخطوة القطبية وتنزيل المجموعات على السرعة المنخفضة أي عدد الأقطاب الكبير فيكون في هذه السرعة دورانه طبعياً. أما عند تغيير توصيله ليتضاعف عدد الأقطاب فيضعف عزم إقلاعه بسبب تقصير الخطوة القطبية، ويفضل لف هذا المحرك بطريقة صليين في المحرى لتحسين إقلاعه كما في الشكل.



طريقة خروج نقطة الوسط بين كل مجموعتي طوور في محرك ثلاثي سرعتين ٤/٢  
مطبوعاً خطوة ١ - ٨ - ٢ - ٧ (عند التغذية من  $E_1 - S_1$  يكون المحرك به ٤ أقطاب)



عند وصل المجموعتين على التمرع والتغذية من  $M_1 - E_1$   
يصبح المحرك ٢ قطب ٣٠٠٠ د/د

### العزم والاستطاعة في محركات السرعتين:

يمكن لمحرك السرعتين أن يوصل بإحدى الطريقتين التاليين.

١ - طريقة الاستطاعة الثابتة.

٢ - طريقة العزم الثابت.

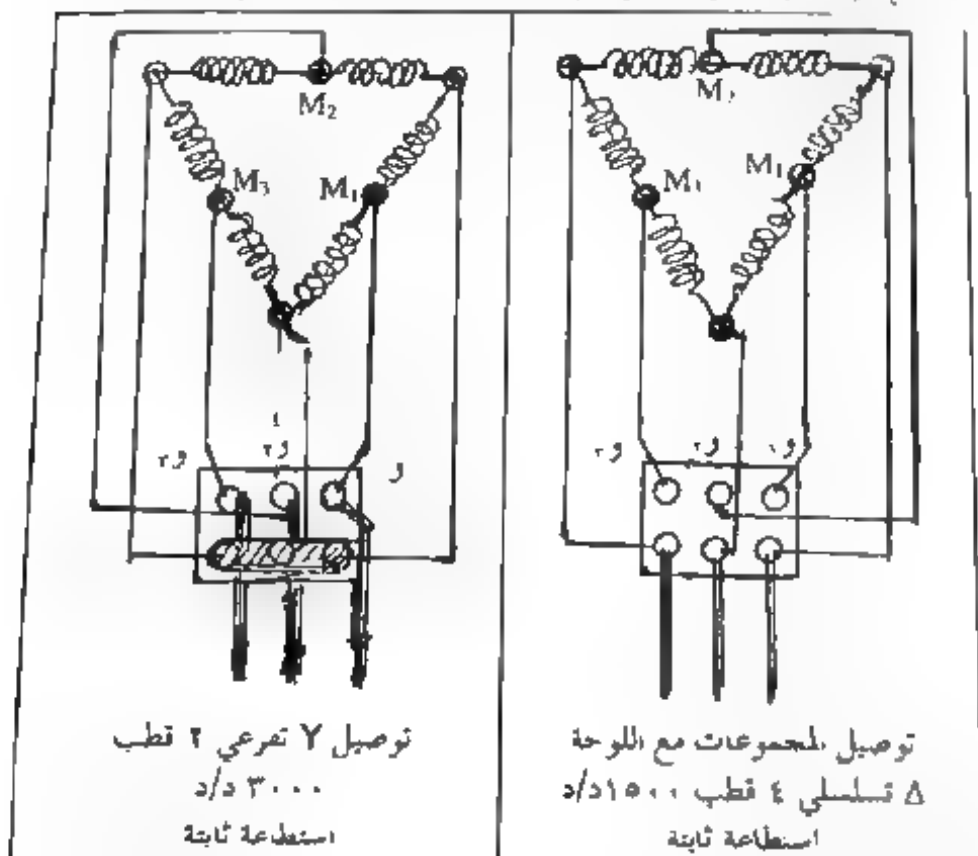
وتستخدم غالباً طريقة الاستطاعة الثابتة.

١ - التوصيل بطريقة الاستطاعة الثابتة.

أ - السرعة المنخفضة: يكون عدد الأقطاب كبيراً ويتم الوصل بشكل مشبي

تسلسلي أي لكل طور مجموعتين تسلسليتين على الأقل.

ب - السرعة العالية: يكون عدد الأقطاب صغيراً وتقتصر بمجموعة اللف إلى اسبوع ، يتم الوصل بشكل محمي تفرعي. أي كل مجموعة طور توصلا إلى التفرع وفي محرك ٤/٢ قطب ذو التوصيل باستطاعة ثابتة ودائرة مماثلة عادية يكون استطاعة المحرك أقل بمقدار ٤٥٪ عن المحرك العادي ، والسرعة الواحدة وتكون نسبة الاستطاعة بين سرعتين ٣/٢.



### وصل الأطراف مع اللوحة:

تحتوي لوحة المحرك ذو السرعتين ستة أطراف كالمحرك الثلاثي العادي ثلاثة الأطراف لها ل نقاط الوسط  $M_1 - M_2 - M_3$  والتوصيل الداخلي للاستطاعة ثابتة بشكل مثلي وتوصل نقاط رؤوس المثلث إلى الأطراف الثلاثة الأخرى كما في الشكل.

- للسرعة المنخفضة: الوصل مثلي تسلسلي وتغذية المحرك تتم من نقاط رؤوس المثلث  $E_1 - E_2 - E_3$  وتبقى أطراف الوسط  $M_1 - M_2 - M_3$  دون أي توصيل.

٢ - للسرعة العالية: الوصل بحمي تفرعي تقصر أطراف رؤوس المثلث مع بعضها البعض  $E_3 - E_2 - E_1$  ويمدئ المحرك من أطراف الوسط  $M_3 - M_2 - M_1$

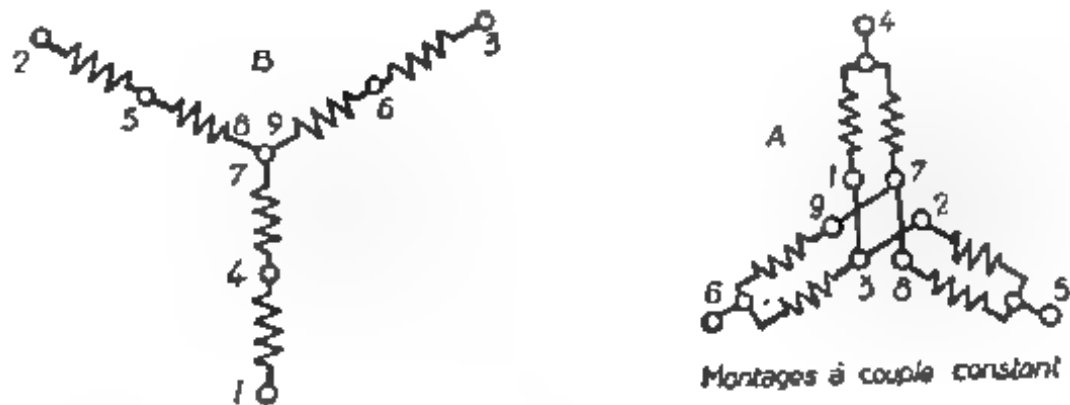
## ٢ - التوصيل بطريقة العزم الثابت

أ - السرعة المنخفضة: (عدد الأقطاب كبيراً) يتم الوصل بشكل بحمي تسلسلي  
 ب - السرعة العالية: (عدد الأقطاب صغيراً) يتم الوصل بشكل بحمي تفرعي  
 فيم الوصل داخل المحرك بشكل بحمي وذلك بوصل الأطراف  $S_3 - S_2 - S_1$  مع بعضها البعض ويبقى في النوحة الأطراف الوسطى  $M_3 - M_2 - M_1$  والمداخل  $E_3 - E_2 - E_1$

وفي هذا النوع من التوصيل (العزم الثابت) إذا كان المحرك أقطابه  $8/4$  قطب تكون نسبة الاستطاعة بينهما كما في العلاقة التالية:

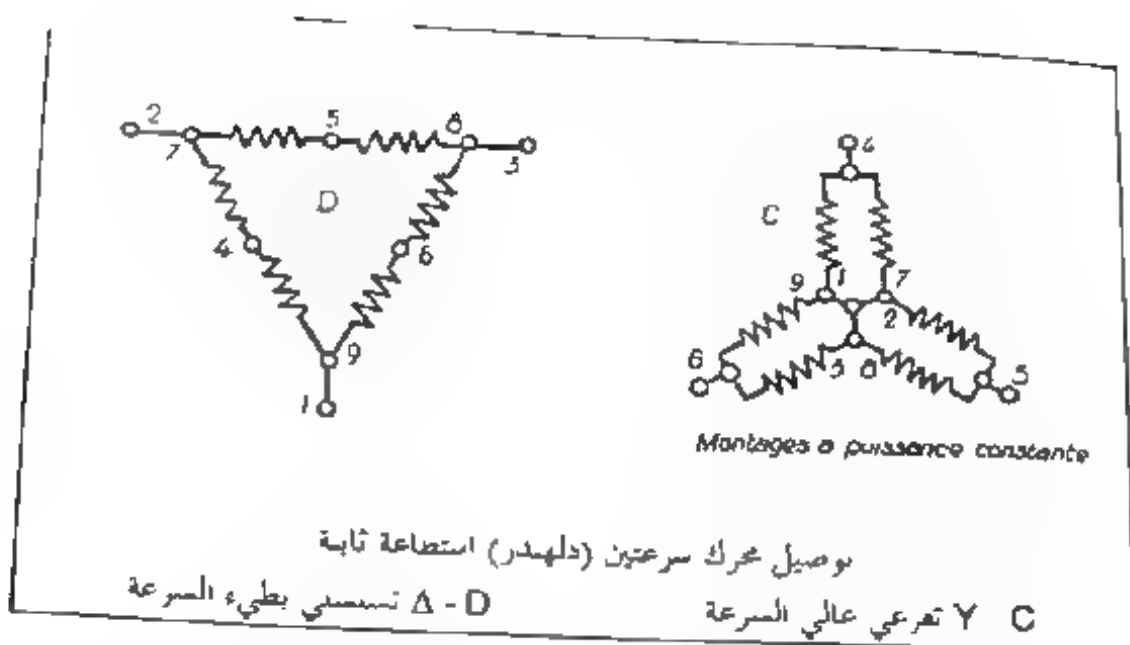
$$\text{نسبة الاستطاعة} = \left( \frac{\text{سرعة على 4 قطب}}{\text{سرعة على 8 قطب}} \right)^3 = \text{أي معسمة على 8}$$

توصيل محرك السرعين طريقة (دلندر ولندستروم)



توصيل محرك سرعتين (دلندر) عزم ثابت

Y - A تفرعي عالي السرعة  
 Y - B تسلسلي بطيء السرعة



### وصل الأطراف مع اللوحة:

في عدد الأقطاب الكبير (محمي تسلسلي) يكفي فقط تعدية أطراف المداخل  $E_3 - E_2 - E_1$  بالتيار الثلاثي وتترك الأطراف الأخرى الوسطى  $M_3 - M_2 - M_1$  حرة دون توصيل.

وفي عدد الأقطاب الصغير (محمي تفرعي) توصيل خطوط التغذية الكهربائية بالأطراف الوسطى  $M_3 - M_2 - M_1$  وتقتصر الأطراف  $E_3 - E_2 - E_1$  مع بعضها بواسطة وصلة نحاسية لإنشاء الوصل الحجمي الثاني.

### المحركات ذات الثلاث سرعات:

تحتوي على نوعين من الملفات أحدهما يوصل بطريقة السرعتين (دلهندر ولندستروم) والأخرى ملفات عادية لمرعة واحدة، وقد مشترك الملفات في مجاري واحدة وييها عارل كرتوني في كل مجرى وبعض الملفات قد تبقى في مجاري مستقلة خاصة بها. ومثال على ذلك محرك (٢ - ٤ - ٦ قطب) السرعة ٤/٢ بطريقتي دلهندر وسرعة ٦ قطب ملفات منفصلة.

إن طريقة الانتقال من سرعة إلى أخرى قد يكون بواسطة مفتاح تبديل يدوي أو عن طريق دائرة تحكم بكتكنورات. فلكل سرعة كياسة تشغيل خاصة. والمفتاح اليدوي يحتوي على ثلاث وضعيات وهي (إيقاف O - بطيء I - سريع II).

وإذا كان المحرك يستخدم طويلاً لسرعة واحدة فيتم وصل أصراف هذه الـ ع مباشرة وبشكل دائم، ولا يعبر التوصليل إلى السرعة الثانية إلا عند الضرورة ومن لوحة التوصليل مباشرة

أما لتحكم بسرعة المراوح فيتم بطريقة وصل المحرك بالتسلسل مع ملفات على دائرة معاطيسية لتخفيف شدة تيار وسيتم شرح الطريقة في لفرة التالية

### طريقة التحكم بسرعة المراوح:

إن محرك المروحة من اسوع دو الفقص لسنجاني فهو يحتوي ملفات تشغيل وملفات إقلاع ومكثف دائم وليس فيه مفتاح طرد أو عبر ذلك. وبما أن المروحة ذات استطاعة صغيرة فيمكن أن تتحكم بسرعتها بخص التوتر الواصل إليها أو شدة تيارها عن طريق توصيل ملفات خارجية أو داخلية مع محرك المروحة. فهذه الملفات توصل على التسلسل مع محرك فتعمل كمقاومة تحريضية تصعب من التوتر والتيار الواصل إلى المحرك وبالتالي تضعف المعاطيسية وسرعة الدوران. ويمكن تحقيق خفض التوتر باستخدام مقاومة أرمية على التسلسل مع المحرك ولكن بهذه الطريقة تتحول كل الاستطاعة الضائعة إلى حرارة مما لا يكون مناسباً من الناحية العملية. وأما في ملفات تحديد السرعة فتتحول نسبة كبيرة من الاستطاعة إلى تحريض مغناطيسي ويبقى الصياح الحراري قليلاً نسبياً وملفات التحكم بسرعة المروحة لها عدة نقاط ليتمكن بذلك اختيار السرعة المناسبة.

### وللمراوح ثلاثة أنواع رئيسية:

- ١ - مراوح السقف.
- ٢ - مراوح أرضية (طاولة أو بعامود) قابلة للتوجه حتى (١٢٠°م)
- ٣ - مراوح أرضية مربعة ثابتة الاتجاه وذات ريش موجهة للهواء تدور ببطء في واجهة المروحة.

### مراوح السقف:

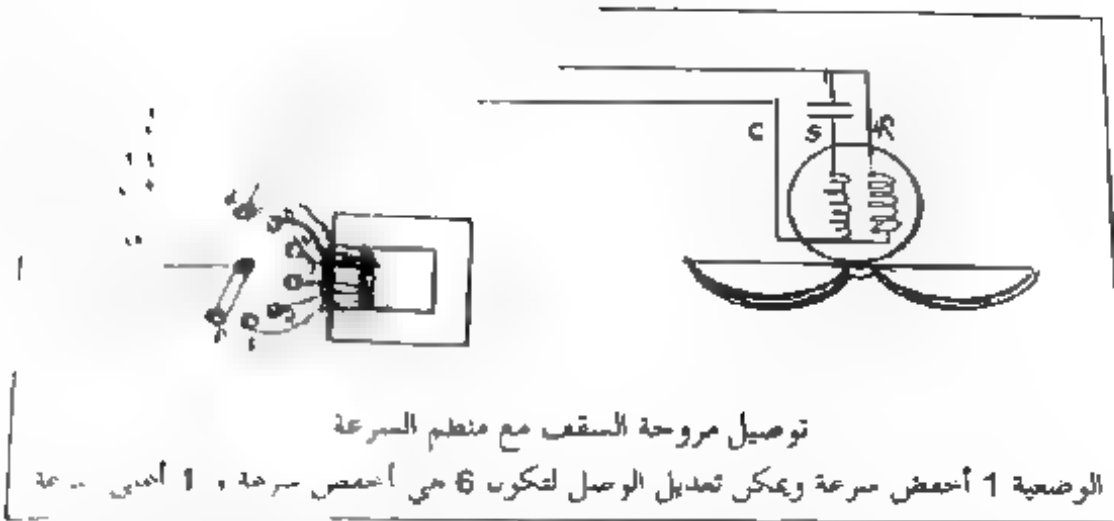
إن محرك مروحة السقف له عدد أقطاب (٨ - ١٦ قطب) وذلك لتدوير المروحة بسرعة منخفضة نظراً لطول أجنحتها، فكلما كانت الأجنحة أطول يجب أن تكون سرعتها أخفض.

وتتألف ملفات المحرك من ملفات تشغيل و ملفات إقلاع، وتوصّل هذه بطريقة التعاقب أي نهاية مع بداية وذلك لحث عدد أعطابها مساوياً لصنف عدد مجموعات التشغيل وقد يكون التوصيل تعاكساً أي نهاية مع نهاية وبداية مع بداية وبذلك يكون عدد الأقطاب مساوياً لعدد مجموعات التشغيل.

توصّل ملفات الإقلاع مع مكثف دائم مثبت فوق محرك مروحة أو في أعلى عمود التعليق ونلاحظ في محرك مروحة السفق أن العصور ثابت في داخل المحرك بينما العصور الدائر هو الذي يحيط بالعصور الثابت وبذلك تكون محاري ثابتة في تصميم الملفات متجهة إلى خارج الجسم الثابت بعكس الحركات العادية لتي تكون محاريها داخل العصور الثابت، ويخرج من المحرك ثلاثة خطوط مبردة أحدها هو الخط المشترك (C) وخط ملفات الإقلاع (S) والخط الآخر لملفات التشغيل (R) ويستدل على ذلك عن طريق غطط منصق على طرف المروحة أو موجود في لبتها عند الشراء. وإذا أردنا تحديد كل طرف فإن الذي مقاومته أكبر هو المتصل مع ملفات الإقلاع التي هي أقل قطراً وهو الذي يوصل مع المكثف الدائم، ويستخدم لذلك الأفومتر (بجمل الأوم).

### الآلة التحكم بالسرعة: وتتألف من:

- ١ - دائرة معاصيسية عليها ملف متعدد الأطراف ذو قطر وعدد مناسب لاستطاعة وتوتر المروحة.
  - ٢ - مفاح سدين دوار له عدة وضعيات (٥ - ٧ وضعيات) مع وضعية إيقاف (OFF)
  - ٣ - علبة معدنية أو بلاستيكية لها فتحات تهوية تثبت على الحائط.
- توصّل المروحة على التسلسل مع منظم السرعة ويفضل وصل حصد الفار إلى المنظم والحيادي إلى المروحة مباشرة، وتقوم الملفات في منظم السرعة بحفض الجهد التيار الواصل إلى محرك المروحة. عند تشغيل المروحة يمسك أن تكون الوضعية الأولى (1) في أعلى سرعة أو في أخفض سرعة. وذلك بتبديل الخط الواصل من مروحة إلى منظم السرعة من (6) إلى النقطة (1).



تعرض ملفات منظم السرعة للتلف وخاصة إذا شعلت على السرعة البطيئة لمرن طويل مع نقص التهوية، أو عند حدوث قصر أو احتراق في ملفات محرك المروحة وهي قابلة للتلف ويفصل استبدالها بمنظم جديد إذا توفر بسعر مناسب في الأنواع الرخيصة من المراوح.

## ٢ - المراوح الأرضية (طاولة أو عمود):

وهي ذات محرك من النوع ذو القفص السنجابي يحتوي غالباً على (٤ ملفات) تشغيل و (٤ ملفات) إقلاع، وصفات للتحكم بالسرعة، توصيل ملفات الإقلاع مع مكثف دائم يثبت في مكان ظاهر أو داخلي. وللمراوح الحديثة ثلاث كباسات للسرعة المنخفضة والمتوسطة والسريعة وكباسة خاصة للإيقاف (O) وقد يوجد كباسة أخرى لإضاءة مصباح المروحة. وللمروحة غالباً مؤقت رمزي ميكانيكي يعمل على مبدأ حركة الساعة القديمة ومدته (٦٠ دقيقة أو ١٢٠ دقيقة).

أما توجيه التهوية فله مفتاح خاص لتعبير زاوية التوجيه (٠ - ٤٠ - ٨٠ - ١٢٠)، وهو مرتبط مع حركة المروحة بشكل ميكانيكي محكم.

## ملفات المراوح الأرضية:

إن محرك المروحة مصمم بحيث يشكل (٤ قطب) حوالي (١٥٠٠ د/د) عند أعلى سرعة. وتتألف الملفات من:



- ١ - ملفات تشغيل عددها (٤ ملفات) توصل بطريقة التعاكس أي نهاية مع بداية وبداية مع بداية كما في محرك لعمالة وتنزل في المحاري قبل ملفات الإقلاع
  - ٢ - ملفات الإقلاع (البداء) ويسها ويس ملفات التشغيل (٩٠م) فهي بالية وتوصل بطريقة التعاكس أيضاً وتنزل بعد ملفات التشغيل وعددها (٤ ملفات)
  - ٣ - مجموعة الملفات الإصافية الأولى وعددها (٤ ملفات) مساعدة بسلسلة
  - ٤ - مجموعة الملفات الإصافية لثانية وعددها (٤ ملفات) مساعدة بسلسلة.
- وقد يستخدم ملفان مساعدان لكل مرحلة وهما مثقالان يعملان كخافض للتوتر والسيار فيستخدم إثنان فقط في حال السرعة المتوسطة و (٤ ملفات) في حال السرعة المنخفضة. وقد يكون توصيل الملفات المساعدة بحيث تعاكس معطيسيتها مفاضلية معات التشغيل والإقلاع وذلك للاستفادة أكثر في خفض سرعة جميعها وتوصل على التسلسل مع المحرك.
- وفي كل الحالات يجب عند إعادة لف المحرك التدقيق في أحد المعلومات الدقيقة والكاملة والتقيد بالتوصيل الأصلي لإعادته كما كان

#### المروحة الأرضية المربعة:

إن محركها يشبه محرك المروحة الأرضية العادية (طاولة أو عمود) ولها ثلاث سرعات عن طريق ملفات مساعدة داخل المحرك. أما حركة الريش الموجهة للهواء فتم غالباً عن طريق محرك إضافي صغير له مسنن يدير حامل الريش التي لها اتجاهات مختلفة، فتعمل على تغيير اتجاه التهوية، وقد يعكس قطعة الريش دورانها بشكل ميكانيكي إذا تعرضت لمقاومة الدوران. ويعمل الموقف الزمسي على إيقاف المروحة بعد الزمن المحدد.

#### ملاحظة: راجع مخططات بعض المراوح في الفصل الأخير



# الفصل السابع

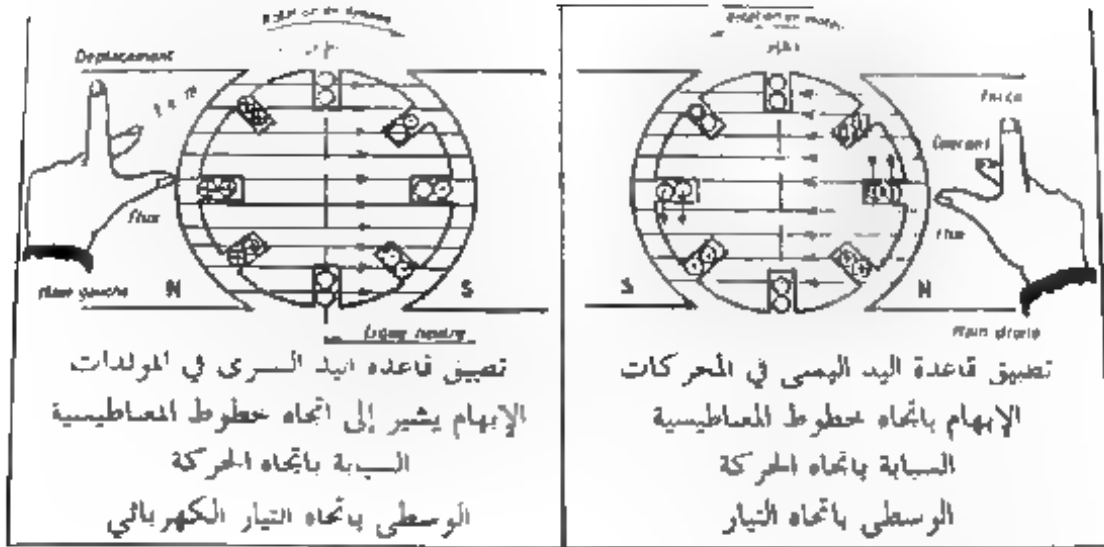
## آلات التيار المستمر

تشمل آلات التيار المستمر كل من المولدات ومحركات التيار المستمر (DC) وهي قابلة لأن تكون مولداً أو محركاً، فإذا دورنا محور الآلة تكون وطيفتها توليد التيار المستمر وأما إذا عديم بالتيار المستمر فإن المحور بدور فيصبح الآلة محركاً، وعند تصميم آلة تخصص للعمل الذي متؤديه ليكون مردودها وعملها وأدؤها في أفضل حال كمحرك أو كمولد فقط.

### مبدأ عمل المولد:

يعتمد مبدأ توليد التيار الكهربائي التحريضي على حركة ناقل أو ملف داخل حقل مغناطيسي. إن عناصر توليد التيار هي: تحريض مغناطيسي - ناقل أو ملف - حركة. فالمولد يتكون من أقطاب مغناطيسية - من مغناطيسي دائم أو كهربائي - يدور داخل مجالها العصور الدائر المكون من ملفات فيتولد فيها القوة المحركة الكهربائية. ويحصل على التيار المتولد من مسهرتين أو أكثر تلامسان المجمع الذي تلحم به أطراف الملفات الموصلة في بحاري العصور الدائر. إن التيار يكون أعظمية عندما يختار التحريض المغناطيسي سطح الملف بشكل عمودي وتلتقط المسفرات التيار الأعظمي بحيث تكون مسفرة للقطب الموجب وأخرى للقطب السالب.

يتحدد اتجاه التيار المتولد بتطبيق قاعدة اليد اليسرى. حيث نضع الأصابع بشكل متعامد: السبابة مع الإبهام ومع الأصابع الثلاث، فنوجه الإبهام باتجاه التحريض المغناطيسي (وهو يتجه من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي خارج المغناطيس وبالعكس داخله). ونوجه السبابة باتجاه حركة الناقل، فيكون اتجاه التيار باتجاه الأصابع - الثلاث الأخرى.



## أجزاء المولد:

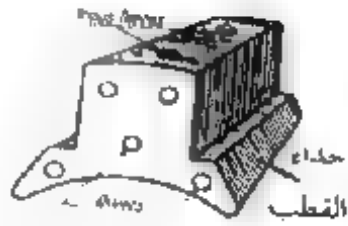
١ - العضو الثابت ويدعى المعرض ويتكون من:

### أ - الهيكل الاسطواني:

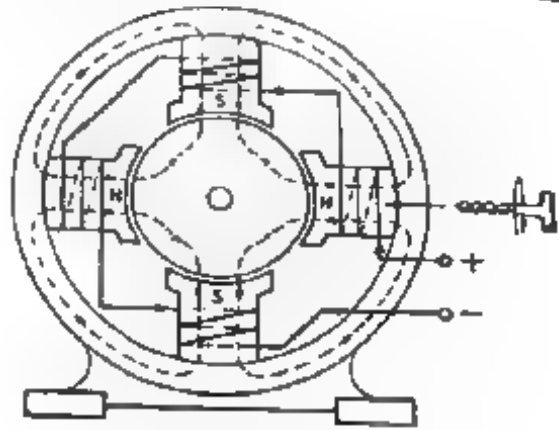
وهو من الفولاذ ويشكل دائرة مغناطيسية معلقة يحتوي داخله على الأقطاب المغناطيسية، والعضو الدائر، وعادة ما يكون الهيكل الفولاذي محتوياً (٢, ٠ - ٢, ٢ ٪ فحم) وقد يكون من أنواع المونت وخاصة في بعض المولدات والموتورات الكبيرة الاستطاعة وتكون نسبة الفحم (الكربون) من (٢ - ٥ ٪).

### ب - الأقطاب المغناطيسية:

تثبت الأقطاب المغناطيسية داخل الهيكل بواسطة براغي ويكون عددها زوجي دائماً ومعدنها إما من نفس فولاد الهيكل أو من صفائح رقيقة من الحديد السيليسي مشمة مع بعضها البعض، ويمكن ضبط بعد هذه الأقطاب عن العضو الدائر وذلك للتحكم بمقدار التحريض المغناطيسي المتفق مع تيار التحريض (التهييج)، والمسافة التي يمكن صطلها بين أجزاء المليمتر وعدة مليمترات فقط. وللأقطاب عادة أطراف تزيد في السطح المقابل للعضو الدائر لزيادة السيالة المغناطيسية المتدفقة، وهو يعادل ثلثي الخطوة القطبية فهي تساوي (١٨٠°) في مولدات القطبين و (٩٠°) لمولدات ذات الأربعة أقطاب وتدعى حذاء القطب. إن الأقطاب المكونة من صفائح رقيقة من الحديد السيليسي تجعل تيارات فوكو الإعصارية الضارة أقل ما يمكن.



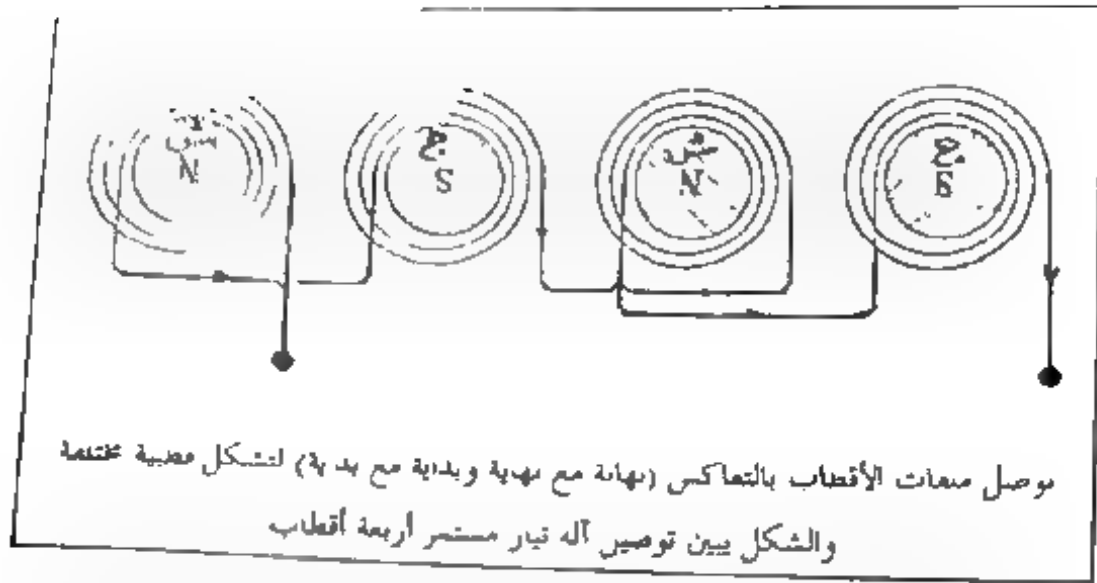
القطب المغناطيسي لمولد مولف من  
صمغ حديدية ميسمة وله ثغوب  
دات سن للتثبيت على الهيكل



توضع الأقطاب المغناطيسية لمولد أربعة أقطاب  
ويمكن تحديد القطبية بقاعدة برعمة مكسويل

### جـ - ملفات الأقطاب:

تناسب ملفات المحرّص من حيث عدد اللفات ومقطع السلك مع هات  
الأمبير اللازمة لتغذية وتوليد التحريض المغناطيسي المناسب لاستطاعة وتوتر المولد  
وغيره. وتهيأ الملفات على قالب معدني أو حشبي مناسب في قياسه وشكله مع  
المكان المحدد له على كل قطب. وهو بشكل دائري أو مربع أو مستطيل وعالياً  
ما يكون القالب مشكلاً من قطعتين متداخلتين يمكن خراج الملف بسهولة بعد  
تشكيله. ويعلف الملف بعد ذلك بالورق العازل الخاص أو بالرباط القماشى  
(تريس) ونحسب سماكة العازل الذي سيوضع بين معدن القطب والملف.  
إن أسلاك اللف قد تكون ذات مقطع دائري أو بشكل شريطي (مبسط)  
ومعزولة بالورنيش أو الورنيش والقطن بطبقة أو أكثر وهذا ما يقلل من التراكم  
الحراري. وفي حالات أخرى يكون السلك معزولاً بطبقتين من الحرير الزجاجي أو  
الإميانت. ولزيادة العزل بين اللفات تعزل كل طبقة بالورق المشمع. وفي الأسلاك  
الشريطية ذات المقطع المستطيل تعزل بشريط ورقي أو من كرتون برسمان لزيادة  
العازلية. ويمكن استخدام العازل الإميانتى.  
وأخيراً تغطس الملفات بالورنيش ثم تخفف في فرن مع المحافظة على شكلها  
المطلوب وتشكل أطراف الملف وقد تلحم مع قطع خاصة للوصل.



وبعد تثبيتها في مكانها توصل مع بعضها عالياً على التسلسل. ويرعى إتجاه التيار فيها بحيث يكون القطب والذي يليه متعاكسان أي شمالي جنوبي - وإذ كان نوع المولد ذو ملفات متوضعة ملفات التسلسل أولاً ثم التفرع وتعمل عن بعضها جيداً ثم تلف مع بعضها البعض بالورق أو القماش العازل وتوريش وتجمّع.

بعد وضع الملفات تفحص عازليتها مع جسم الأقطاب وتدعى (طريقة احبار متانة العزل الكهربائي) وتجري بواسطة وصل طرف الملف ومعدن القطب بتوتر عالي عن طريق محول صغير الاستطاعة وعلى تيار متناوب تردده (٥٠ - ٦٠ هرتز) لمدة (٦٠ ثانية) كما في الشكل ويصط توتر المحول الثانوي عن طريق مقاومة على التسلسل مع الملفات الابتدائية. وتوتر الاختبار يكون مساوياً (ضعف توتر القطب + ١٠٠٠ ف). ويظهر شرارة كهربائية أو بعض الدخان في المكان الضعيف العازلية. ولضمان تجنب خطر التكهرب يفضل وصل معدن القطب بالحظ الأرضي.

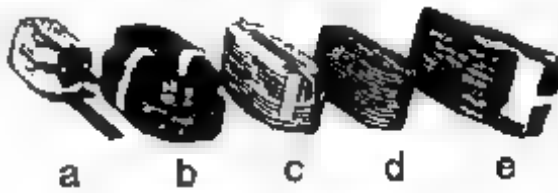


### د - الأقطاب الإضافية (المساعدة):

في المولدات الكبيرة الاستطاعة تثبت بين الأقطاب الرئيسية أقطاب إضافية صغيرة تعدى على التسلسل بتيار المحرّض (المسح) وبشكل مع القطب الرئيسي يسبقها في الدوران نفس القطبية كما في الشكل.

إذ وظيفة الأقطاب الإضافية هو إبعاد أو تقليل الشرارة الكهربائية في الفحمت والمجمع. إذ تحدث الشرارات في قطعة المجمع التي تعذر المسعر، ويكون القوس الحادث مهماً كما رادت استطاعة المولد أو سرعته وهو مانع من القوة المحركة العكسية التي تتولد في الملفات التي تقصر تحت المسفرة ومن التحريض المعاطيسي العكسي في عضو الاستنجاح - وهذه الشرارات تتلف المجمع ويعيد أحياناً إزاحة حامل الفحمت بعض الدرجات عن خط الحياد.

أما ملفات الأقطاب الإضافية فهي من أسلاك معزولة بالوريش والقطر دائري أو شريطي ويلف عليها شريط ورقي عازل أو شريط قطني وتجري لها عملية الورشة والتحفيف كما في ملفات الأقطاب الرئيسية.



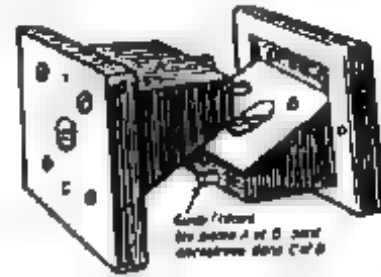
ملفات الأقطاب الرئيسية والإضافية لمحرّض المولد

a - ملف بسلك دائري معزول مع طرفين من الحثاس القاسي.

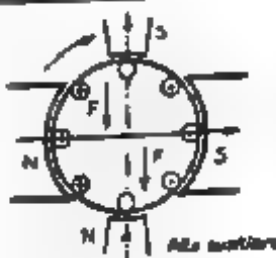
b - ملف ذو سلك شريطي بحاسي ملف بالورق.

c - ملف قطب مساعد.

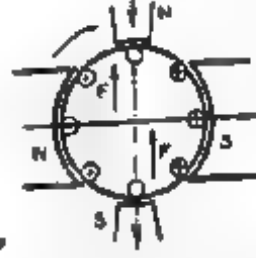
d, e - ملف قبل وبعد لحام الأطراف.



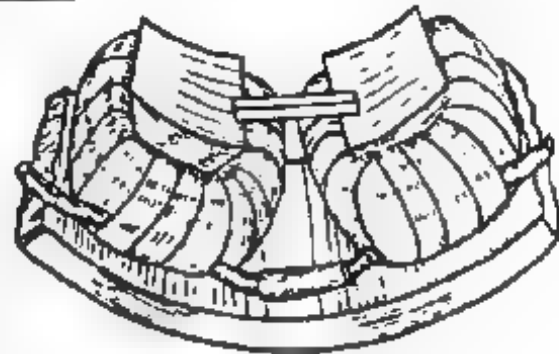
قالب لف نحاسي لأسلاك دائرية أو شريطية صغير ثقوب الداعلي لتثبيت جزأي القالب على المفافة



ترتيب القطبية للأقطاب الرئيسية والمساعدة في المولد المستمر



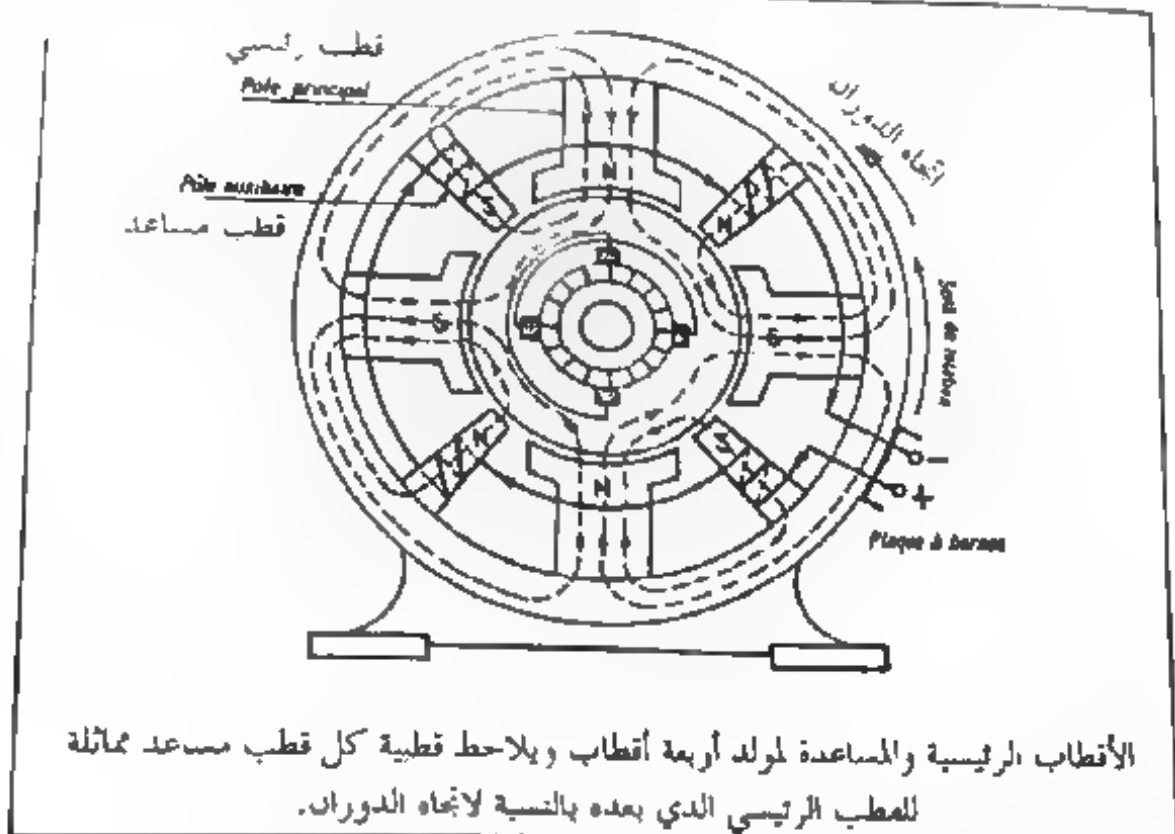
ترتيب القطبية للأقطاب الرئيسية والمساعدة في المحرك المستمر



بعض أقطاب وملفات التحريض

## ملفات التعويض:

عند مرور تيار في نواقل المتحرضين يتشكل في هذه النواقل تيارات دوامة. هذه التيارات الدوامة هي نتيجة تفاعل المجال المغناطيسي الناتج عن التيار الرئيسي مع المجال المغناطيسي الناتج عن التيار الدوامة. ويمكن إلغاء هذا المجال المغناطيسي بوضع نواقل ذات مقطع كبير يمر فيها تيار المسح ويجب أن يكون هذا التيار معاكساً لتيار التيار الرئيسي. يختار نواقل المسح المقابلة له.



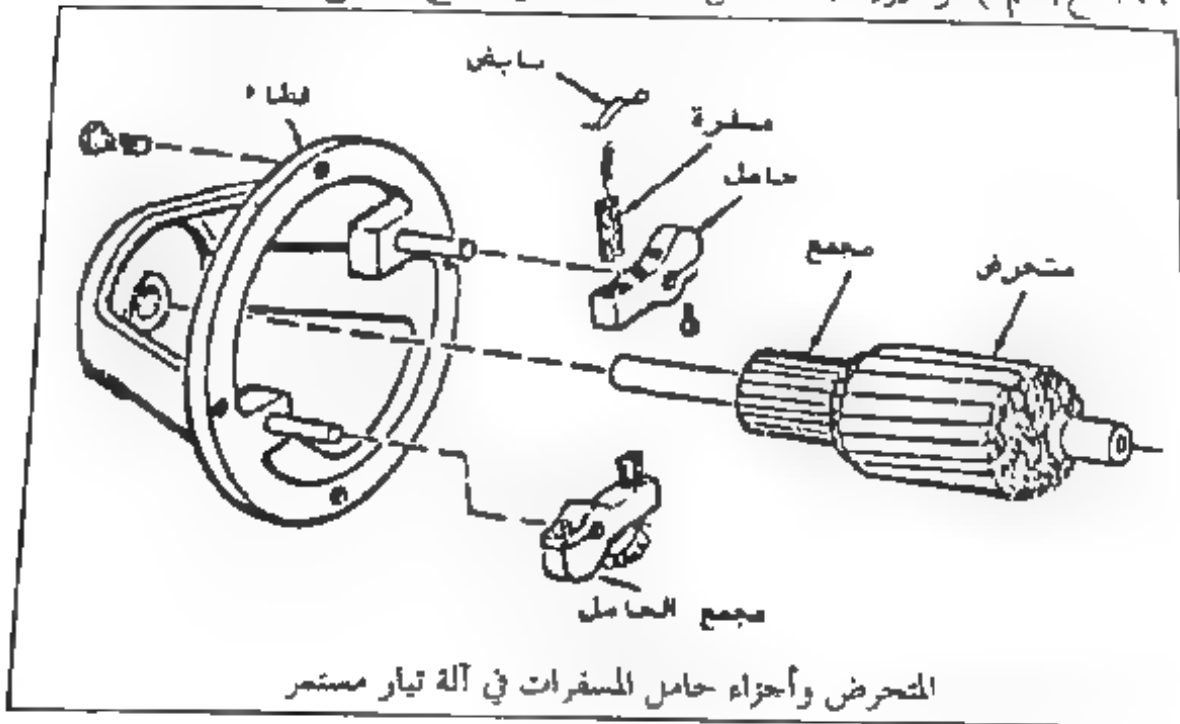
## ٢ - العضو الدائر (المتحرض)

وهو العضو المنتج المولد للتيار، ويتكون من:  
 أ - القسم الحديدي الأسطواني وهو من صفائح الحديد السيلييسي بنسبة (٢ - ٤٪) سيليسيوم وبسماكة (٥، ١٠ مم) لكل صفيحة. وذلك لتقليل المفاقيد بسبب تيارات فوكو الإعصارية وتوجد في هذا القسم المجاري التي تحتوي على الملفات وتكون المجاري بشكل مفتوح أو نصف مغلق.  
 ب - تجمع الصفائح بواسطة براغي صلبة أو تجمع بالتشيم. ولها وقد داخلي لتثبيت جيداً باتجاه محور الدوران، وكذلك يثبت المجموع الذي تلحم به أطراف الملفات.

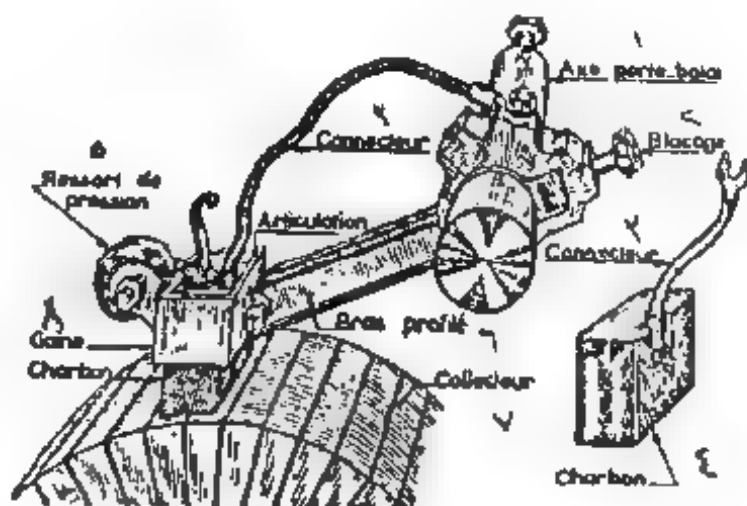




شراطات بين الفحمات والمجمع وهناك إمكانية لضبط بعد حامل الفحمات عن المجمع ومحجر كل مسطرة في حيز معدني محدد قابضة للأسرلاق باتجاه المجمع، وصريقة الضغط على المسطرة ومقداره يجب أن يكون محسوباً تماماً ليكون التلامس الكهربائي جيداً دون التأثير على قطع المجمع وإهترائها بسرعة وهي محدود (١٠٠ - ٢٠٠ ع/سم<sup>٢</sup>)، ولا يريد بعد حامل الفحمات عن سطح المجمع بأكثر من (٣مم).



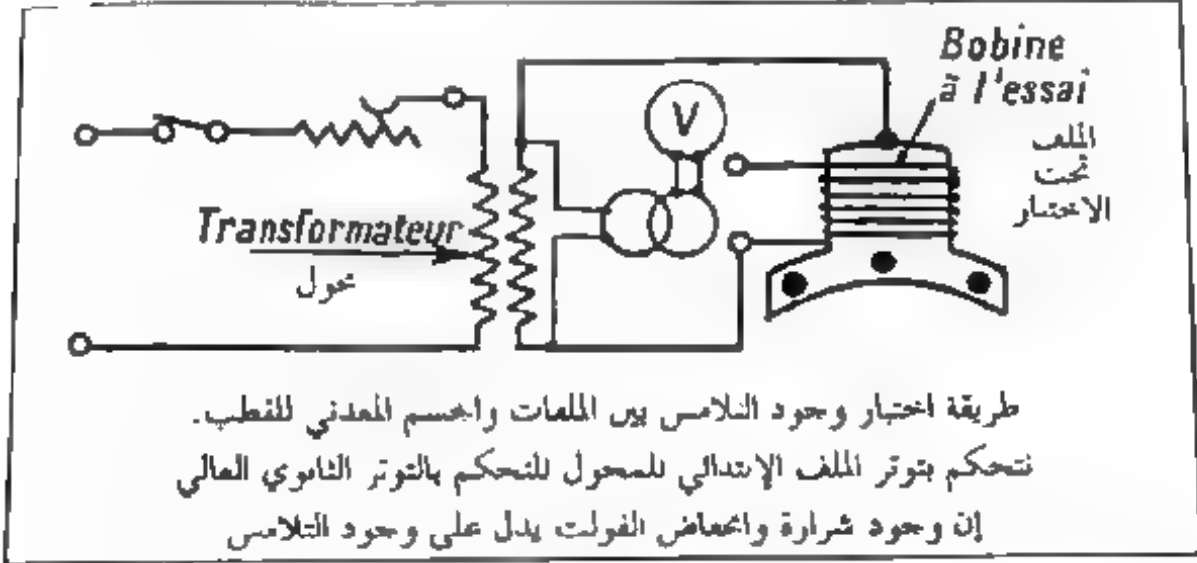
### حامل الفحمات والفحمات



- ١ - محور حامل الفحمة
- ٢ - مثبت الحامل
- ٣ - كبل توصيل لين
- ٤ - الفحمة (المسطرة)
- ٥ - نابض ضغط الفحمة
- ٦ - ذراع حامل الفحمة
- ٧ - المجمع

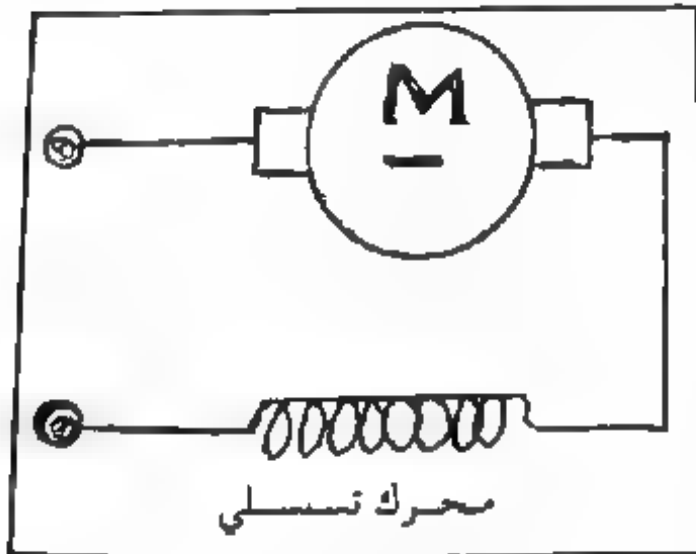
### ٣ - العطاءان الجالبيان:

وهما من المعدن أو العير وفيهما فتحات الدويبة و٥٠٠ بصم أحد اعطاء حامل الفحمات، ويربطان مع جسم الالة بواسطة عماء برأى وحمل كل معدن كرسى المحور وهو عمارة عن (مدحرجات) رولان قابل للشدحم أو باعاط المعدن القاسى الخاص وبعضها له علاف من الساد القماشى ليحترون الريت ويرشحه إلى الباعاط. وقد توجد رنديلة أو أكثر من العير أو الصفيح المولادي لتحسنه وصبط دوران المحور بأقل احتكاك وصوت.



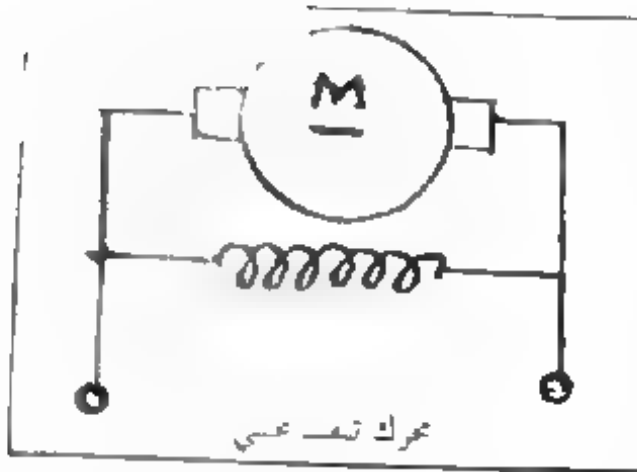
### أنواع التوصيل في آلات التيار المستمر:

١ - التوصيل التسلسلي: توصل ملفات المحرض والمتحرض على التسلسل فيمر

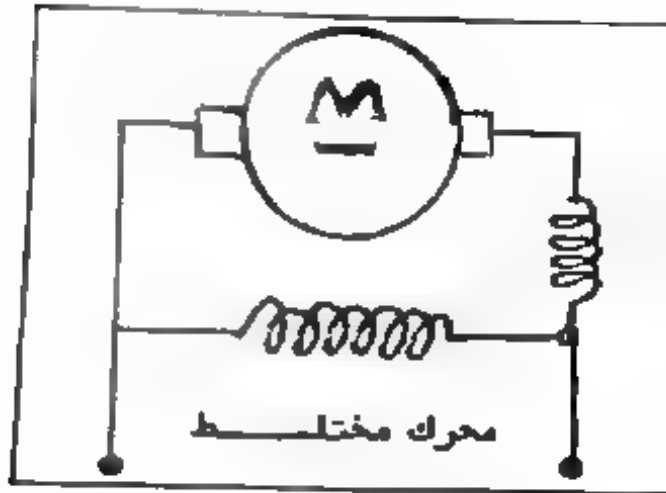


فيهما نفس شدة التيار، مما يتطلب أن تكون الأسلاك ذات مقطع كبير وعدد لفاتها قليل نسبيا. والمحرك التسلسلي يمتاز بعزم إقلاع جيد ولكن سرعته تنقص مع زيادة الحمل ويستخدم في الرافعات وعربات النقل أما استخدام التوصيل التسلسلي في المولدات فهو نادر

الاستخدام لأنه يناسب فقط لتغذية تيار ثابت.



٢ - التوصيل التفرعي .  
ملفات المحرض والمتحرض على التفرع (التوازي) مما يجعل التيار فيهما متساوياً ولذلك يجب أن يكون عدد لفات المحرض كبيراً وذو مقطع صغير، وعواصمه أن عزم دورانه متوسط بينما سرعته ثابتة مع الحمل تقريباً. وهذا ما يجعل استخدامه مناسباً للآلات التي تتطلب سرعة ثابتة.

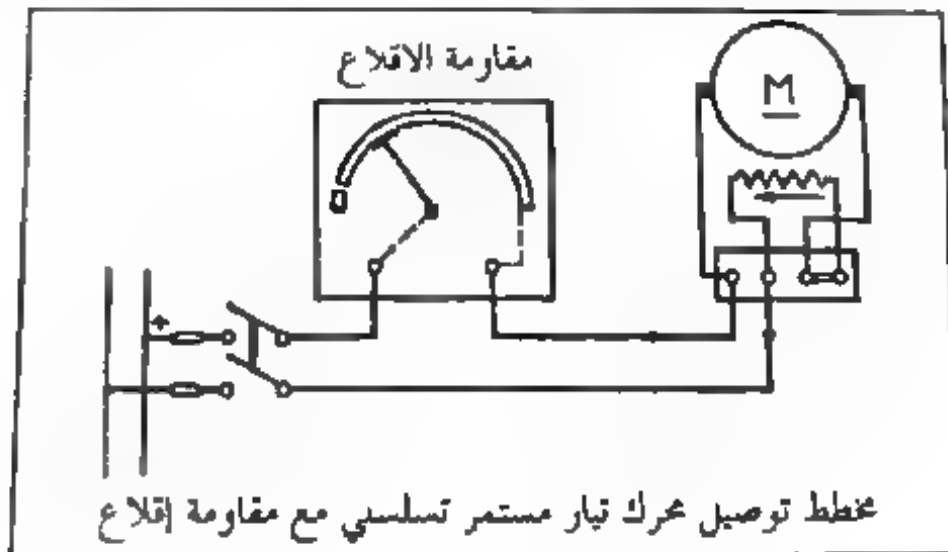


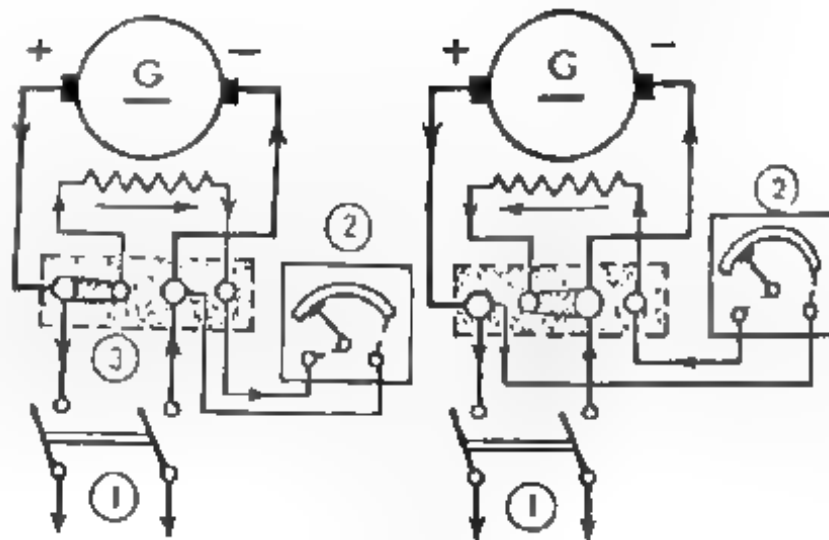
٣ - التوصيل المختلط أو المركب:  
يحتوي على نوعين من الملفات قسم منها يوصل على التسلسل وقسم آخر على التفرع ولذلك فهو يجمع مميزات النوعين السابقين.

أنواع التوصيل في محرك تيار مستمر

### عكس دوران محرك التيار المستمر:

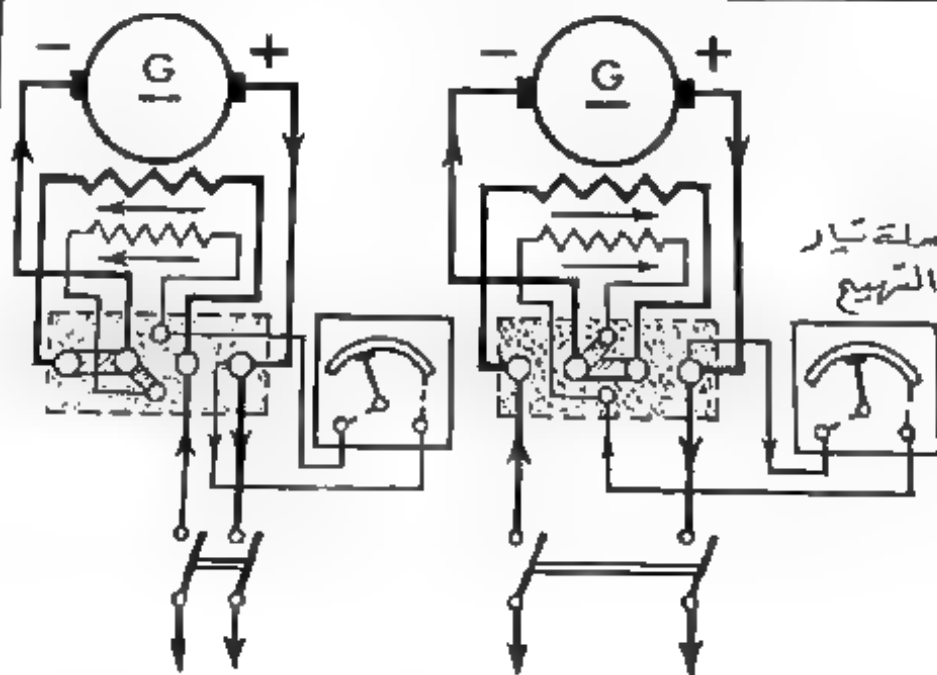
يمكن عكس اتجاه الدوران إذا عكسنا توصيل المحرض مع المتحرض وهذا يتم بعكس الخطتين الواصلين للفرعحات.





مولد ذو بهيج بصري

1 - الدارة الخارجية. 2 - معدة التهج. 3 - لوحة التوصيل.  
إذا لم يتولد التيار في إحدى الطريقتين عبر التوصيل إلى الطريقة الثانية  
ليتناسب الدوران مع المعطية المتبقية



مولد ذو ملقات مركبة (مختلط)

الملف در الخط العريض موصول على التسلسل ودو الخط الضيق موصول على التمرع  
إذا لم يتولد التيار في التوصيل بأحد المخططين عبر إلى التوصيل الآخر

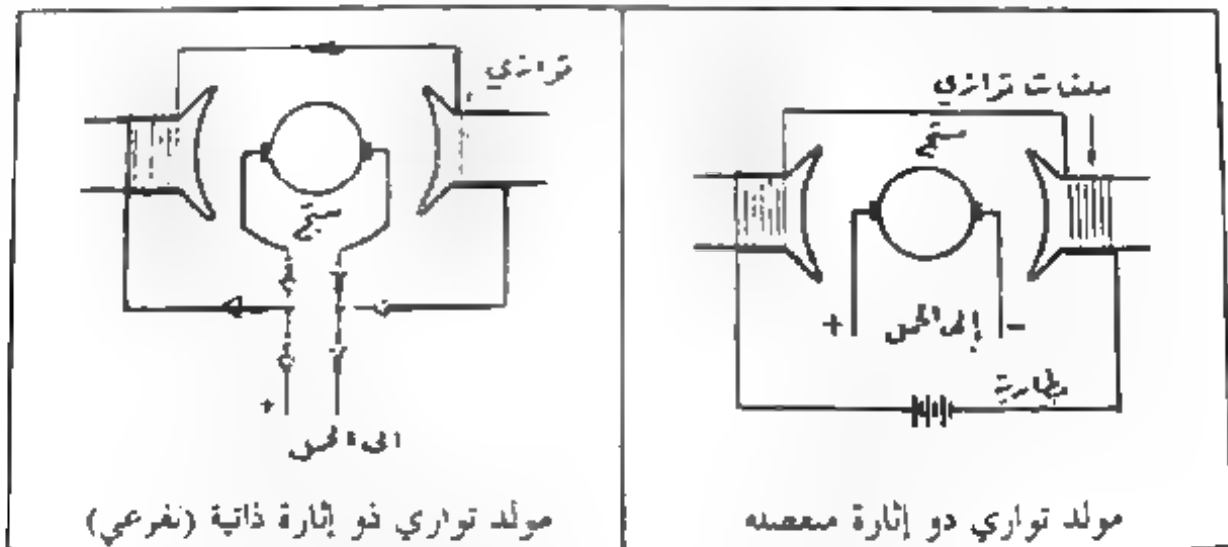
## أنواع التحريض في مولد التيسر المتزامن

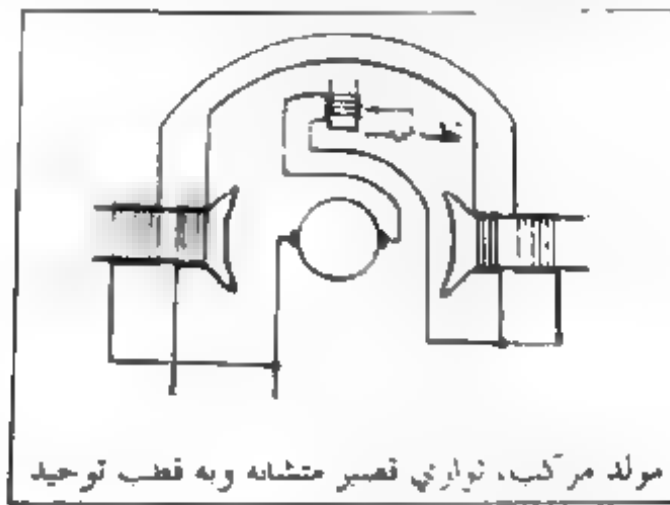
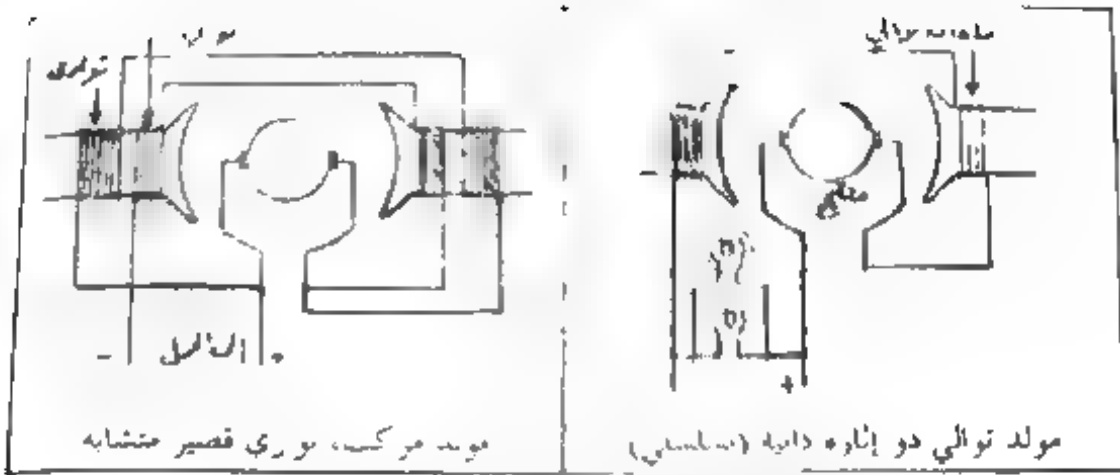
يولد المحرض الحقول المغناطيسية عند دورانها في حقل مغناطيسي (عصو الاستنتاج)، وأثناء تحريضها في

١ - المحرض عبارة عن مغناطيس دائم أو لولبي في حقل مغناطيسي متحرك. وهذا النوع يستخدم فقط في مولدات صغيرة لاستخدامه كمولد تحريض المغناطيسي ضعيف ومحدود ويولد تياراً ضعيفاً.

٢ - المحرض ذو التهيج الذاتي. يعتمد على حقل مغناطيسي يولده المولد نفسه في ملفات المحرض على الترتيب. نوع آخر له شكل مختلف، وعند بداية دورانه تعمل المغناطيسية المتبقية في أقراص محرّض مولدات على توليد التيار الذي يتضاعف بسرعة داعم محرّض مغناطيسي حتى وصوله لدرجة الإشباع. وقد تعدل المغناطيسية المتبقية في بعض حالات كفاءة المولد بدون تشغيل أو ارتفاع حرارته أو تدويره. نحده مع كسب مما يتطلب إعادة مغنطته وذلك بتعددية ملفات المحرض بتيار مستمر خارجي مناسب ولزمن قصير فقط فتعود مغنطته الصحيحة ويعود المولد إلى العمل.

٣ - المحرض ذو التهيج الخارجي: وهذا في بعض الآلات الكبيرة الاستطاعة، توصل ملفات المحرض بمصدر تيار مستمر كملحخنة أو أكثر أو مولد صغير يدور مع محور المولد الرئيسي. وعالماً ما تتم التغذية الخارجية في بداية عمل المولد ثم تتم التغذية الذاتية من نفس المولد.





### دراسة ملفات المتحرض (عضو الاستنتاج):

إن العضو الدائر الذي يتيح التيار المستمر في المولد يحتوي على ملفات موزعة داخل مجاريه وتلحم أطرافها على قطع المجمع. وقد يتم اللف بتشكيل الملفات على قالب خاص ثم تنزلها في المجاري بعد عزلها وحزمها بشكل جيد. وقد يكون اللف في لفافات أوتوماتيكية مبرعة أما إعادة اللف فغالباً ما تقوم على تنزيل وتمرير سلك اللف في المجاري خطوة وراء خطوة ثم توصيل الأطراف مع المجمع وتلحم. وهناك نوعان أساسيان لللف المتحرض وهما:

- ١ - اللف الانطباعي.
- ٢ - اللف التموجي.

## ١ - اللف الإنطباعي:

١ - أنه يكون بداية الملف ونهايته على قوسين ،  
بداية الملف ونهايته على قطعتين متتاليتين ،  
وإن بين البداية والنهاية قطعة مجمع أو أكثر فدمجها في اللف الإنطباعي ،  
وفي كل قطعة مجمع يلحم طرفان ، طرف هو بداية اللف ، ونهاية الملف الذي  
قبله فيكون عدد قطع المجمع مساوياً عدد الملفات  
ونحب أن يحقق هذا اللف ما يلي

١ - أن تكون الملفات متناظرة لئلا وذلك لتحقيق التوازن الميكانيكي في الدائر  
٢ - أن تكون الملفات متصلة مع بعضها البعض بحيث تكون دائرة مغلقة أو أكثر يمر  
التيار في كل نواقلها.

٣ - يجب أن يتكون في كل لحظة فرعان متعاكسان في العولمة ، الجساء التيار المتولد  
تحت كل قطب فيعطي لأحد المسعرين انعطافاً في اتجاه واحد ، والمسعرة الأخرى  
القطب السالب كما في الشكل.

٤ - إن عدد التفرعات المشككة في عضو الاستمحاء ، يتناسب مع عدد الدارات  
التفرعية حيث يتولد التيار فيها ثم يرحل إلى خارج المولد ، وفي المولد ذو  
القطبين يتكون فرعان للتيار أما المولد ذو ستة أقطاب فيتكون ستة فروع  
وتظهر وبكل ثلاث دارات تفرعية كل دائرة لها ثلاث

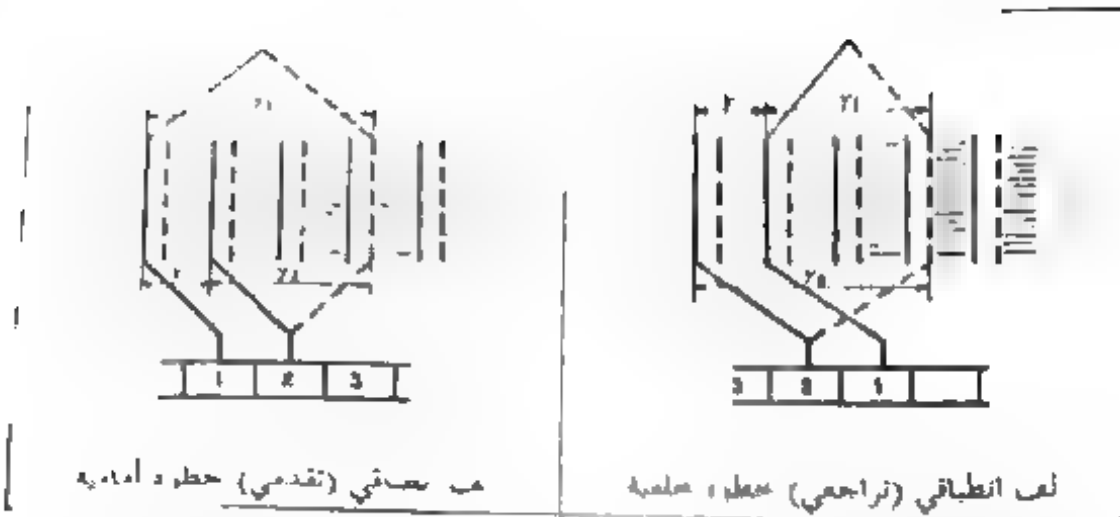
٥ - يجب أن يكون عدد الملفات المنتجة مساوياً لعدد قطع المجمع وكل قطعة مجمع  
يتصل بها نهاية وبداية ملفين متجاورين.

٦ - كل مجرى يمكن أن يحتوي ضلعين أو أكثر يتكون كل ضلع من ناقل واحد أو  
عدد من النواقل.

أما طريقة اللف فقد تكون بخطوة قطبية كاملة أو بخطوة قصيرة أو طويلة.  
وتقدم اللف قد يكون أمامياً أو خلفياً كما في الشكل.

وقد تحتوي بعض المولدات على مجموعين كل مجمع يقع على طرف من العضو  
الدائر ويسمح ذلك بتشكيل توصيل تفرعي مزدوج للملفات وخاصة في المولدات  
ذات التيار الكبير الشدة.





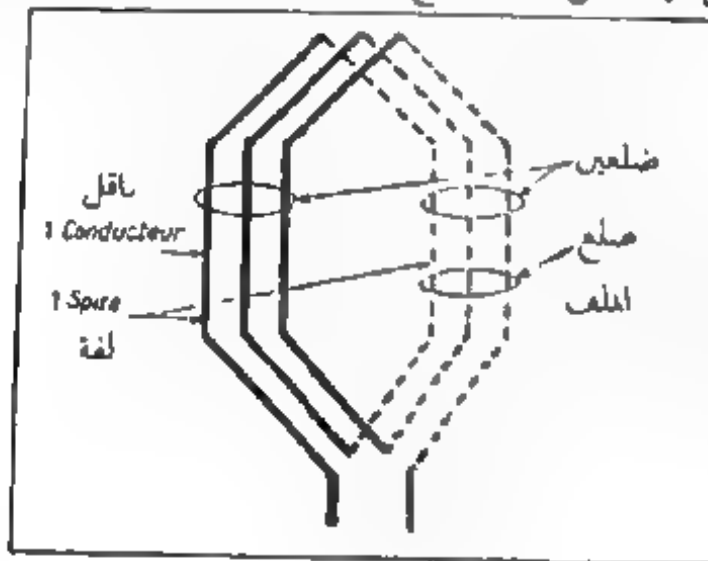
## ٢ - اللف التموجي:

تستخدم طريقة اللف التموجي في امحركات الصغيرة الإستطاعة، ويكون خطوط المجمع كبيرة أي نهاية الملف وبدايته متباعدة ولهذا النوع من اللف ميزة استخدام مسمرتين فقط لجمع التيار مهما كان عدد أقطاب المحرض.

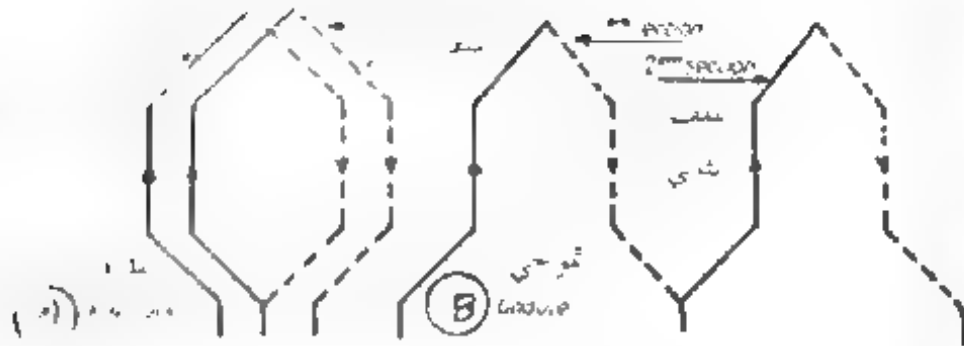
ويمكن تنفيذ اللف التموجي بإحدى الطريقتين التاليتين:

١ - طريقة التموجي التسلسلي البسيط ونعطي في المولد أكبر توتر محلي من مسمرتين فقط.

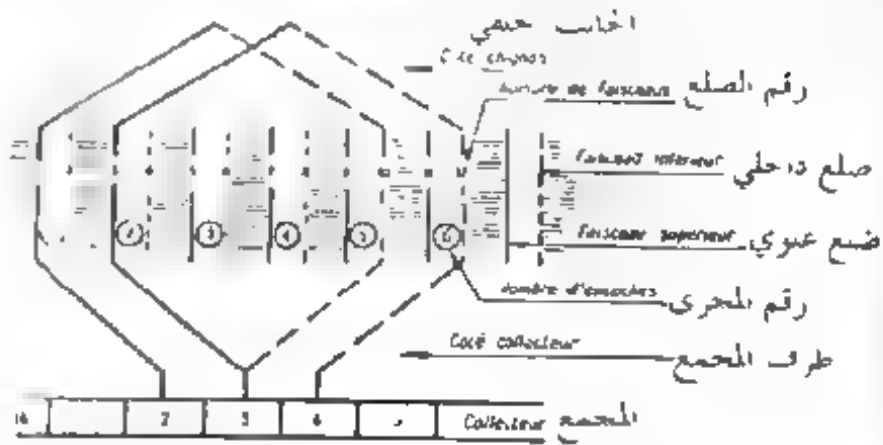
٢ - طريقة التموجي التسلسلي الفرعي ولها تفرعات تساوي عدد الأقطاب وعدد مماثل من المسفرات. ويمكن جمع التيار من كل مسمرتين على حدة أو وصل المسفرات التي لها نفس القطبية مع بعضها البعض.



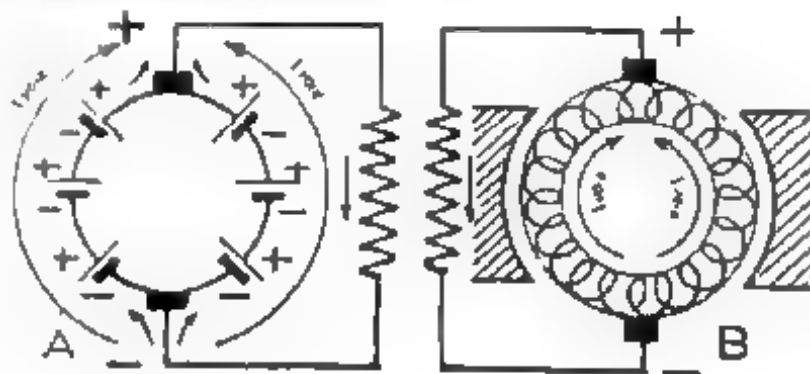
ملف في  
عضو دائر  
مولف من  
ثلاث لفات



أنواع اللف في عضو دائر لمحرك عمومي  
 A - لف انطاقي (الأطراف معاربه)  
 B - لف موجي (الأطراف متساوية)



طريقة تمثيل لف انطاقي (تقدم أمامي) حصوة المجري ١ - ٥



تكون سمات المتحرض  
 في المولد مماثلة لدائرة  
 تقوية كل دائرة مكونة  
 الشكل من ثلاثة أيايل  
 للسلسل وكل ملف  
 يلاحظ اتجاه التيار  
 تولد في كل فرع من  
 (الاتجاه المعاكس).

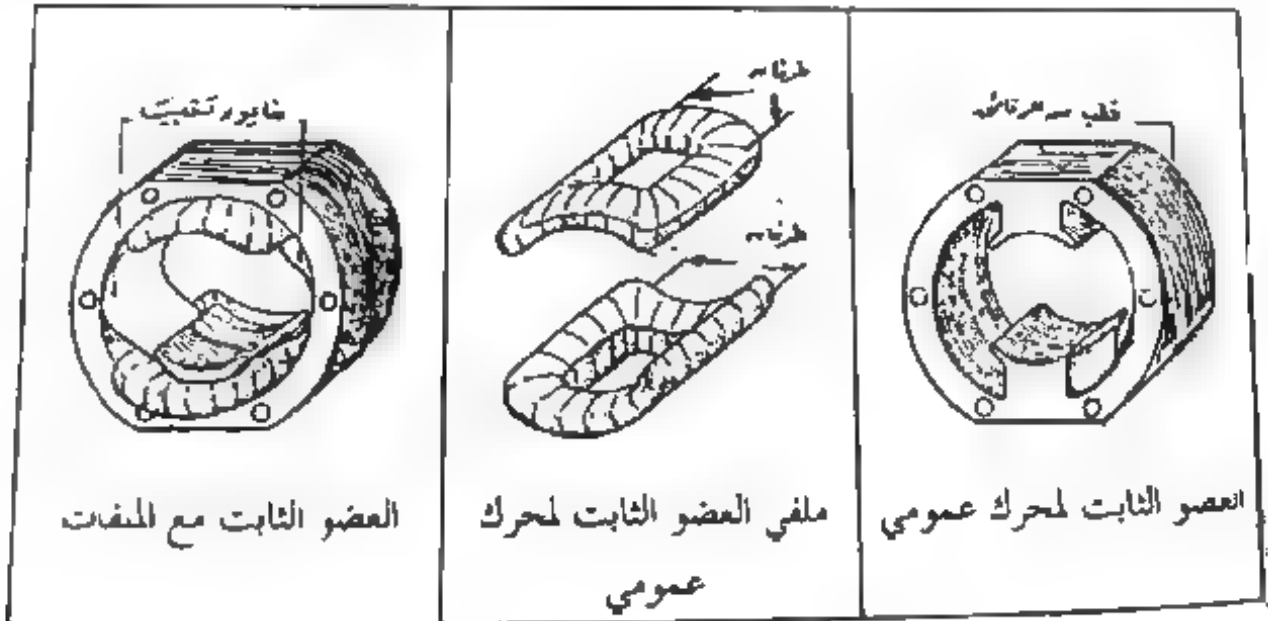


# الفصل الثامن

## المحركات العمومية (ذات المجمع والفحمات)

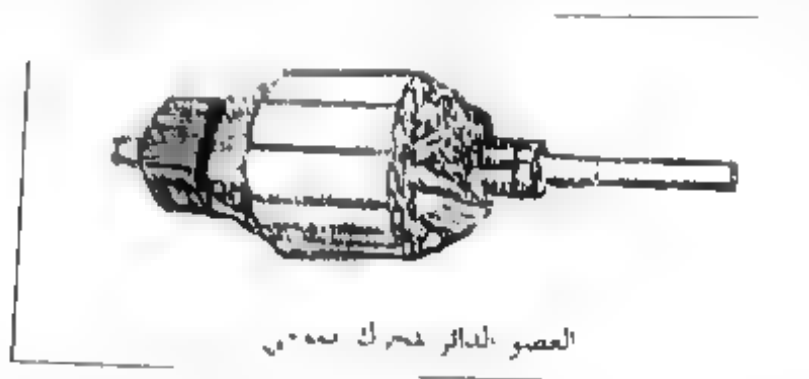
وهي المحركات التي تعمل على التناثر المستمر والمساوي، يستخدم في الأدوات المنزلية الصغيرة وخاصة المحمولة. واسئلة الصناعة وهي (محرك الخياطة المنزلية - فزاعة اللحم - الخلاط - المكسة - فرد الثقب - صاروخ المجمع) ويتألف هذا المحرك من:

١ - العضو الثابت: وفيه تكون الملفات داخل دائرة مغناطيسية لها بحريين كبيرين أو أكثر، وتتكون من صفائح الحديد السيليبي المشتم معاً أما الملفات فهي عادة مؤلفة من ملفين متقابلين متساويين موصولين على السلسل مع العضو الدائر. تلف هذه الملفات على الدائرة مباشرة أو على قالب ثم تعلق بالعازل الورقي الحراري حمايتها من الرطوبة والحرارة والشرارات التي تتكون تحت الفحمات. وقد تكون الملفات محصورة ضمن حامل بلاستيكي حراري لتثبيتها وحفظها.



٢ - المصنوع الدائري: ويشتمل المصنوع أو الزر في آلة الدوران المصنوع إذ يشتمل على  
مجموعة من صفائح الحديد السيليسي وفيها المجاز في المطاوعة من سبائك  
الذهب حالياً

يعزل المصاري وجوانب الدارة ومعدن المحم، بين السائر المصاحبة والمجمع  
ثم ينزل فيها المفات بالطريقة الصحيحة، ويوصل أطرافها بمح. على قطع  
المجمع وتثبت على العضو لدائر المروحة التي يساهم في سرعة دورانها.

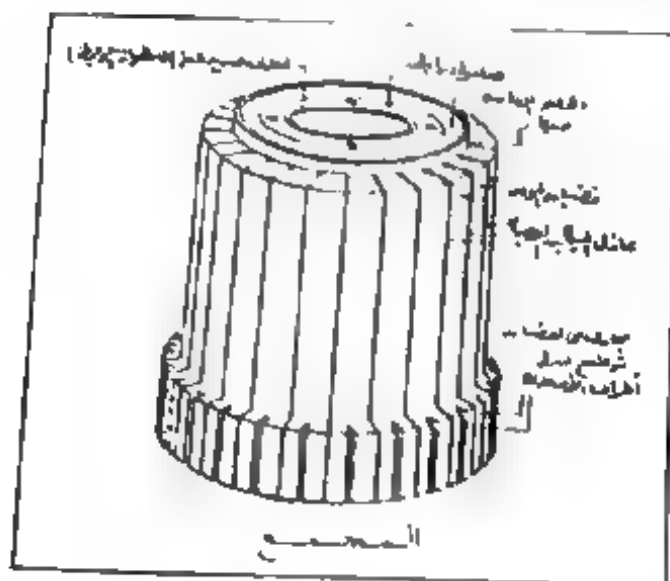


## المحرم:

والمُدْعَى المَوْحِد (collector)

ويتألف من قطع حاسبة مجمعة مع بعضها ومعزولة عن بعضها البعض بمادة عازلة من الميكاتونلامس الفحمتان قطع المجمع لتوصيل التيار إلى ملفات الدائر.

والمجموع نوعان:



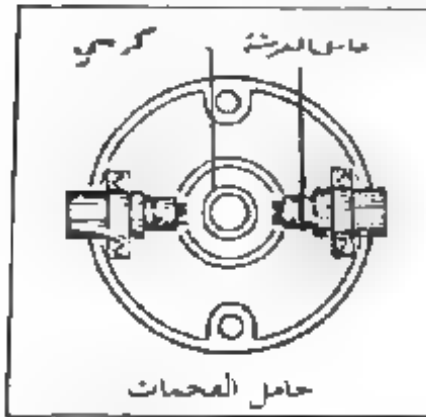
١ - مجمع محوري: وتكون قطعه موارية للمحور وهو المستخدم غالباً.

ب. مجمع فطري: قطعه عمودية على محور الدوران

٣ - الهيكل الخارجي: من المعدن أو البلاستيك ويحتوي على حامل الفحمين (المسفرنين) ووظيفتهما توصيل التيار إلى ملعات العصور الدائر

## المسفرات

وهي من مادة الفحم الناعقة وقد يضاف إليها بعض المواد الحبيبية .  
عمره لزيادة صلابتها وباعليتها وخواصها الميكانيكية وروادئها . من الصعب  
على المجمع، ويتم التلامس الكهربائي جيد بين المسفرة حادها . سطة من  
شعري لبن من ضفائر النحاس لإحكام الوصل الكهربائي  
إن أبعاد الفحمت تناسب مع شدة تيار المحرك وخطوة المجمع، وتعطي  
المحمة مسافة كبيرة من طول المجمع أما عرض المسفرة مساوي عرض قطعة  
ونصف من قطع المجمع. وبعض الأنواع إمكانية تغيير وتعديل محور تثبيت الفحمت  
للتحكم بسرعة المحرك، والوصول إلى أقل شدة بين الفحمت والمجمع

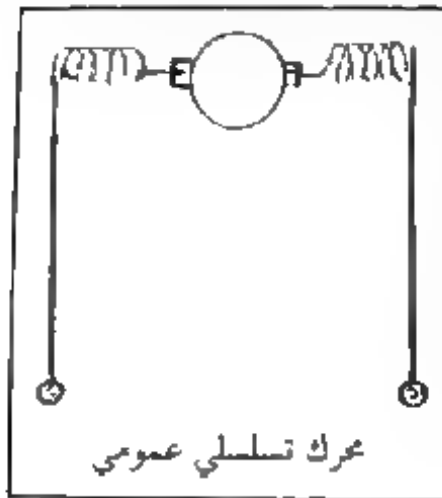


إن حامل الفحمت النحاسي يجب أن  
يكون معزولاً عن جسم المحرك وقد يحتوي على  
غطاء مقلوط من مادة الفيبر العازلة ليحس  
تغير الفحمت عند اللزوم دون الحاجة لمسك  
الأجزاء الداخلية من المحرك

## أنواع المحركات العمومية:

### ١ - المحرك التسلسلي:

توصل ملفات الدائر مع ملفات الثابت على التسلسل عن طريق المسفرتين  
ويقع المحرك مباشرة عند تعديته. ويمكن عكس دوراه إذا عكسنا تغذية العضو  
الدائر وذلك بتبديل خطتي الفحمتين.

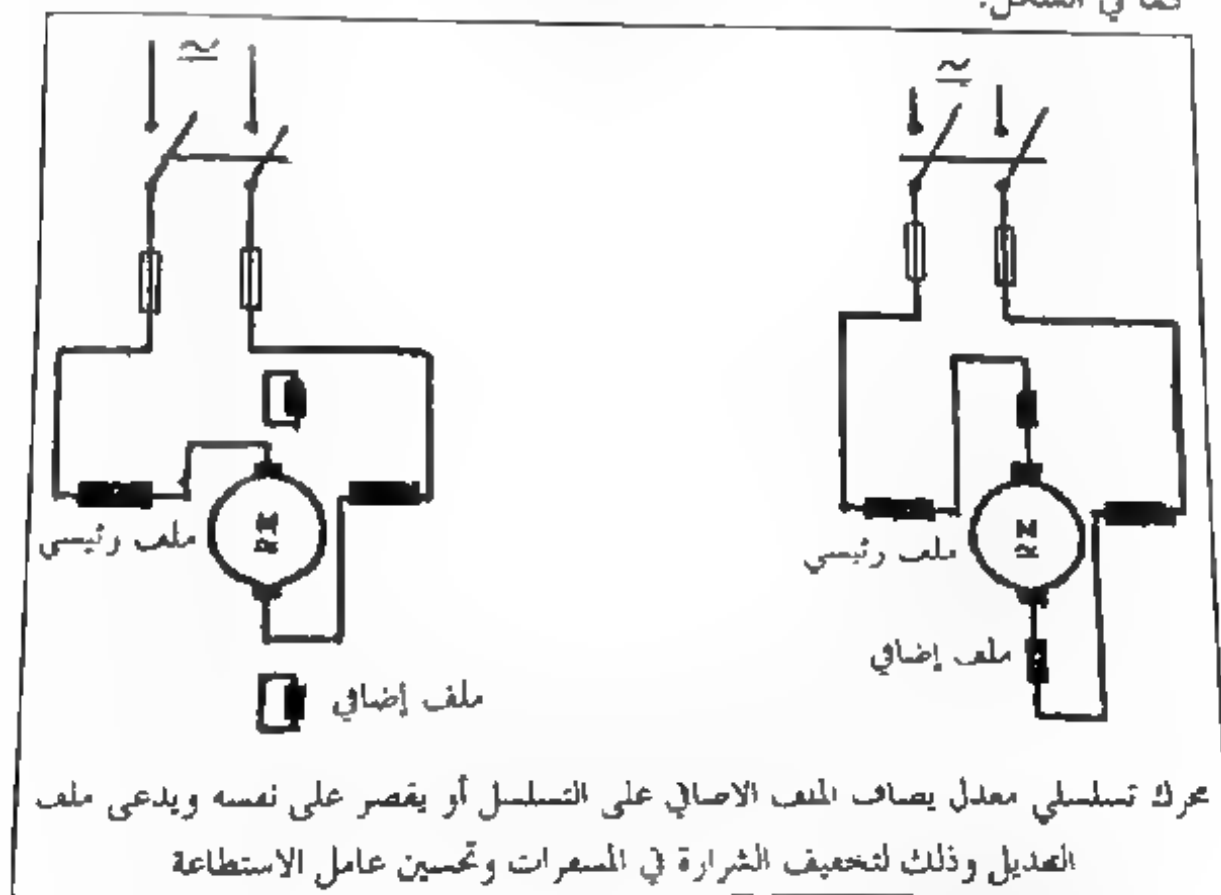


إن هذا المحرك يدور بسرعة عالية إذا شغل  
دون حمل وهذا قد يؤدي إلى تخلص ملفات الدائر  
بفعل القوة الطاردة المركزية. ولتفادي ذلك تحجز  
الملفات تماماً داخل مجاريها وتحصن بوترد من الفيبر  
أو الخشب، وتورنش بطريقة خاصة وتحمص في  
الفرن. كما تربط أطراف الوصل مع المجمع ويلف  
عليها خيط عدة لفات وتحرم تماماً.

وهذا النوع هو المستخدم غالباً في أدوات المروحة والناقلات الكهربائية والناقلات والمجموع والقض وغيرها، ويمتاز بصغر حجمه وعزم إقلاعه الجيد وسرعته مع زيادة الحمل

## ٢ - المحرك التسلسلي المعطل:

تحدث بين المجموع والمحركات أقواس كهربائية صغيرة بشكل مستمر بسبب القوة المحركة العكسية الساحة في الملفات بسبب تكرار القطع والوصل حين انتقال قطع المجموع تحت المسمرات، وهذه الأقواس تلف المجموع وملفات كهربائياً وميكانيكاً لذلك يضاف في هذا النوع ملفات تعديل توصل على التسلسل مع ملفات الثابت توضع في مجاري القطاب ويمكن أن تقصر هذه الملفات مع بعضها كما في الشكل.



## ٣ - المحرك التنازلي:

يشبه المحرك التسلسلي في مكونات العضو الثابت والعضو الدائر وله مسفرتان متقابلتان بينهما (١٨٠°) تقصر مع بعضها ولا يوصل بها أي تيار، أما حامل المسفرتين فهو قابل للدوران حول المجموع بزاوية معينة فتتمثل ملفات الدائر

دائرة ثانوية للمحمول، إذ يتولد في ملفات الدائرة الثانوية تيار كهربائي بدلالة التحريض المتغير المتولد في ملفات العنصر الثانوي. مع ذلك، فإن المتحريض الدائم ويتغير عزم الدوران حسب الزاوية بين محور الملف الثانوي والمحور الثابت ويمكن أيضاً عكس دوران المحرك عند وصول حامل الملف الثانوي إلى نقطة معينة.

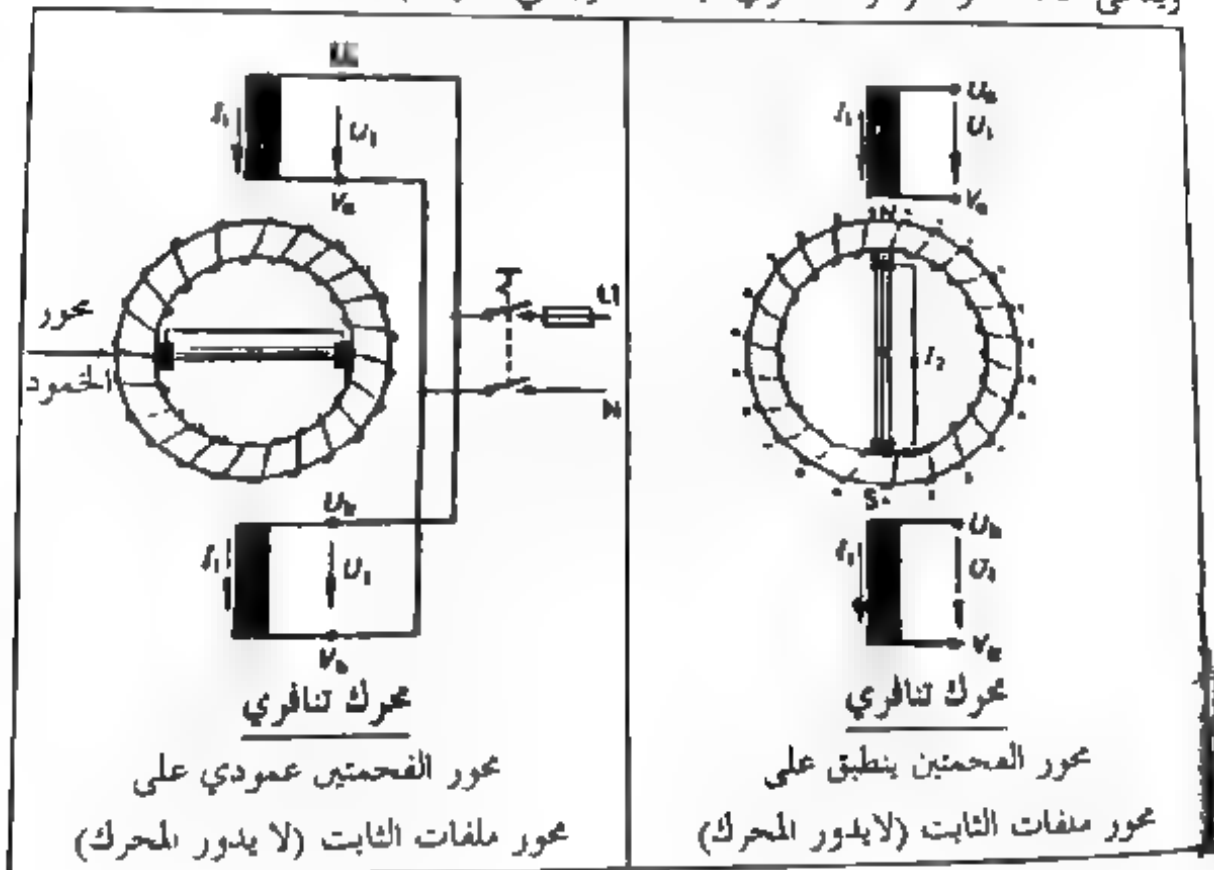
### خواص المحرك التنافري:

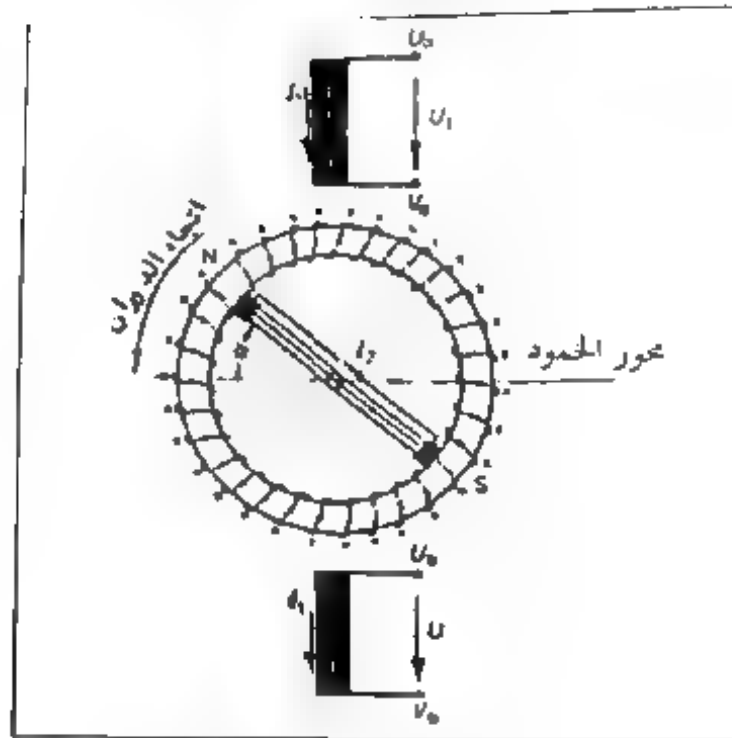
- ١ - يمكن التحكم بعزم المحرك وسرعته واتجاه الدوران بغير زاوية حامل الملفين.
- ٢ - يكون عزم الدوران أعظمياً عند زاوية انحراف  $(45^\circ)$  وعملياً وجد أن أفضل انحراف هو  $(60^\circ)$ .

٣ - تيار الإقلاع يساوي  $(3 - 4)$  مرات تيار الحمل الكامل.

٤ - عامل الاستطاعة  $(\cos \phi)$   $(0.75 \text{ إلى } 0.80)$ .

يستخدم هذا النوع في المحركات الصغيرة الاستطاعة وحتى  $(1 \text{ حصان})$  كضواغط الهواء وبعض المصنعات وذلك بسبب عزم دوران الإقلاع الكبير ويمكن صنع بعض المحركات التنافرية بحيث ترفع عنها الفحمتين بعد إقلاع المحرك ثم تقصر قطع المجمع بشكل آلي فيعمل كمحرك ذو قصص سنجابي. ويدعى هذا المحرك (محرك تنافري البدء - تحريض الحركة).





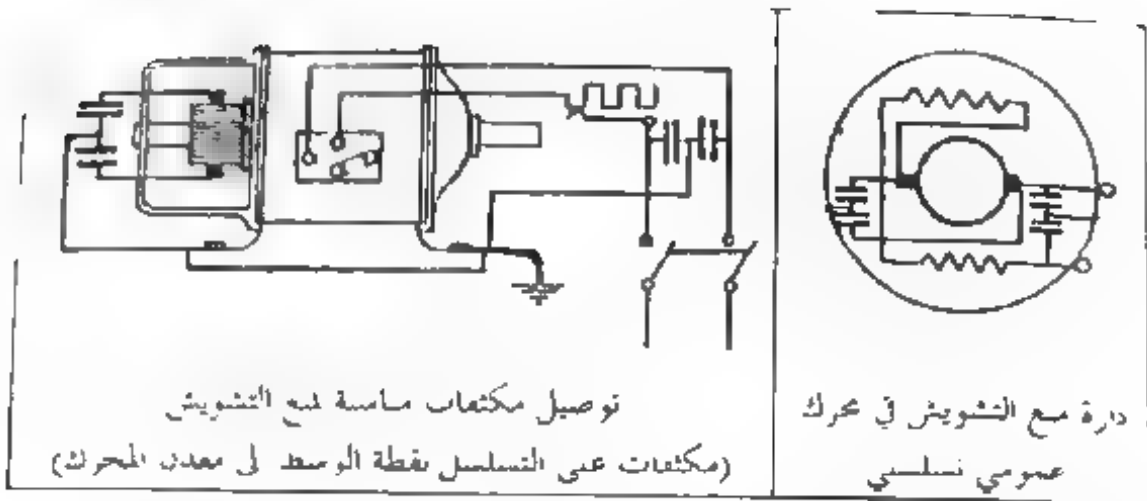
المحرك التزامني يدور باتجاه زاوية انحراف المسيرين  
لتولد حزم الدوران

### طريقة تخفيف التشويش في المحركات العمومية (بارازيت)

تولد المحركات العمومية ومحركات التيار المستمر تشويشاً مزعجاً على أجهزة الاستقبال اللاسلكية (راديو - تلفزيون) وتظهر في الصور والصور. فدوران المجمع وملفات الدائر وحدوث حركة الانتقال تحت المسفرات يسبب تآوياً في القطع والوصل الكهربائي والمغناطيسي ويولد موجات كهروميسية تنتشر في المحيط القريب وتؤدي إلى التشويش.

ولتخفيف هذا التشويش يصيف المصنع دائرة تتألف من مكثف مزدوج أو مكثفين صغيرين بوصلان على التفرع مع مدخل التغذية أو على طرفي المسفرين وتوصل نقطة الوسط مع جسم المحرك المعدني، ويفصل أيضاً تأريض الجسم المعدني للمحرك، وبعض الشركات تضيف عناصر أخرى لتحسين دائرة خفض التشويش بوصل مقاومة أو ملف.





### اعطال المحرك العمومي

تقسم الأعطال إلى قسمين وهي الأعطال الكهربائية و لأعطال الميكانيكية.

#### ١ - الأعطال الكهربائية:

أعطال في العنصر الثابت (المحرض). وهو مكون من ملفين على التسلسل غالباً ولذلك يعرض للأعطال التالية.

أ - انقطاع في الوصلات أو للمفات، فلا يدور المحرك، ويكشف باستخدام الآومتر (بجال الأوم) أو بمصباح السيري وإذا كان القطع واضحاً فيمكن إعادة توصيله ولحامه بعد تنظيف الطرفين وإزالة العازل عنهما.

ب - قصر بين الملفات والجسم المعدني فتعرض المحرك للتكهرب وخاصة إذا لم يكن له خط أرضي وإذا كان التلامس من مكبين أو أكثر فيؤدي لصعف الدوران أو توقفه.

ج - قصر دائرة بين الملفات مع بعضها فيؤدي إلى ضعف العزم والدوران، وارتفاع في حرارة مكان القصر، وزيادة في شدة التيار، وظهور شرارات تحت المسمرات.

د - احتراق الملفات: وهو احتراق الورنيش العازل للملفات مؤدياً لتلامسها وفقد وظيفتها.

#### اعطال في العنصر الدائر (المتحرض): الذي يضم الملفات والمجمع وهي:

١ - أعطال في الملفات بسبب قطع أو قصر بين بعضها أو تلامسها مع الجسم المعدني.

- ٢ - أعطال في التجمع بسبب ترسب ذرات المحم بين قطعه
- ٣ - تلف في قطع التجمع أو تآكل بعضها.
- ٤ - تآكل الفحمت أو ضعف ضغطها على التجمع أو زيادته وتظهر هذه الأعطال بالمظاهر التالية أو بأحدها
  - أ - زيادة الشررات الكهربائية بين الفحمت والتجمع
  - ب - ضعف في عزم الدوران والسرعة.
  - ج - لا يدور المحرك إلا بدفعه للدوران ثم يعود إلى التوقف
  - د - عدم دوران العضو الدائر
  - هـ - ارتفاع حرارة المحرك وزيادة في ضجيجته.

### الأعطال الميكانيكية:

تشبه أعطال أي محرك وتتضمن:

- ١ - نقص التزييت أو التشحيم مما يسبب صعوبة الدوران ووجود صوت صحيح.
- ٢ - تلف الرولانات أو الساعات مما يسبب صعوبة الدوران وعدم توارن المحور داخل الباعثة أو تخلخله بسبب توسع الباعثة.
- ٣ - تلامس بين الدائر والثابت أو المروحة أو وجود جسم غريب فيه.
- ٤ - تحنخل تثبيت الغطائين مع الجسم بسبب سوء التركيب أو انحلال البراغبي.

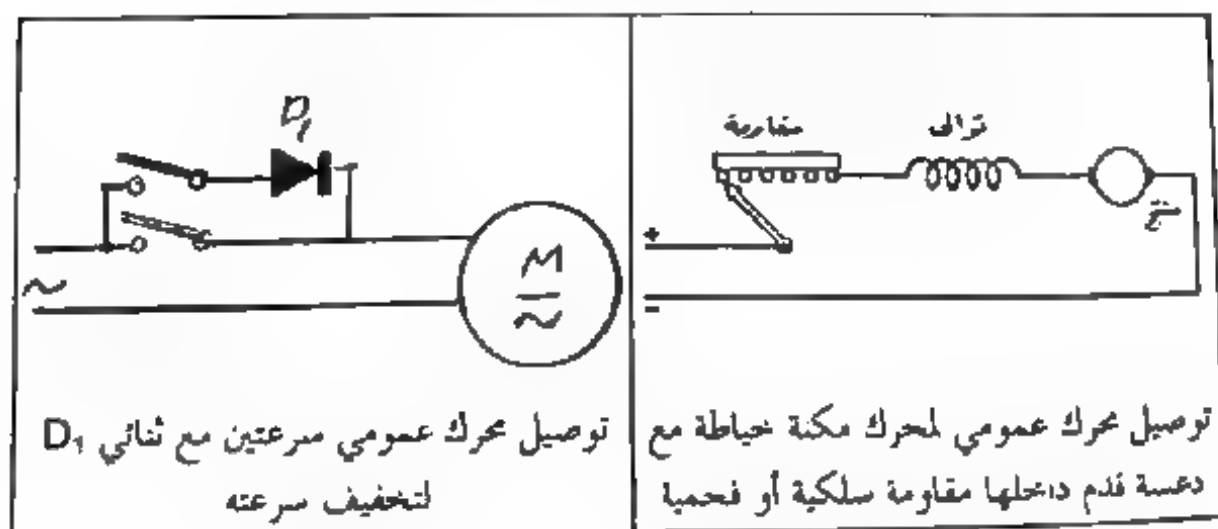
### الأسباب المؤدية إلى الأعطال في المحركات العمومية للآلات المنزلية والصناعية:

- ١ - زيادة حمل المحرك فإذا كان المحرك لآلة فرامة لحم فإن ضغط قطع اللحم وخاصة القطع الكبيرة أو المحتوية على أعصاب يؤدي إلى زيادة الحمل ويكاد المحرك يتوقف عن الدوران مما يعرضه للاحتراق، وفي آلة الثقب فإن زيادة الضغط عند الثقب وخاصة إذا كانت الريشة كبيرة القطر وغير مسنونة تماماً، أو الثقب في الاسمنت المسلح مع الضغط الكبير. وكذلك استخدام محرك ذو استطاعة صغيرة في أعمال تتطلب استطاعة أكبر.
- ٢ - استمرار عمل المحرك لمرن طويل وخاصة أن بعض الآلات المنزلية مسجل على لوحتها الزمن الذي تتحمله خلال العمل. وبعضها له كباسة صغيرة للتشغيل بشكل ضاغطة مما يدل على أن عمل هذه الآلة لحظي لزمن قصير محدد (١ - ٥ دقائق).

- ٣ - دخول الرصوبة أو الماء إلى ملفات المحرك
- ٤ - استخدام الآلة بعد زمن طويل من تركها مما يسبب جفاف الزيت أو تشحيم أو تأكسد كراسي المحور.
- ٥ - أخطاء أخرى مثل الوصل على توتر أكبر من التوتر الاسمي أو توصيل لوحة المحرك على توتر ما واستخدام توتر أعلى.

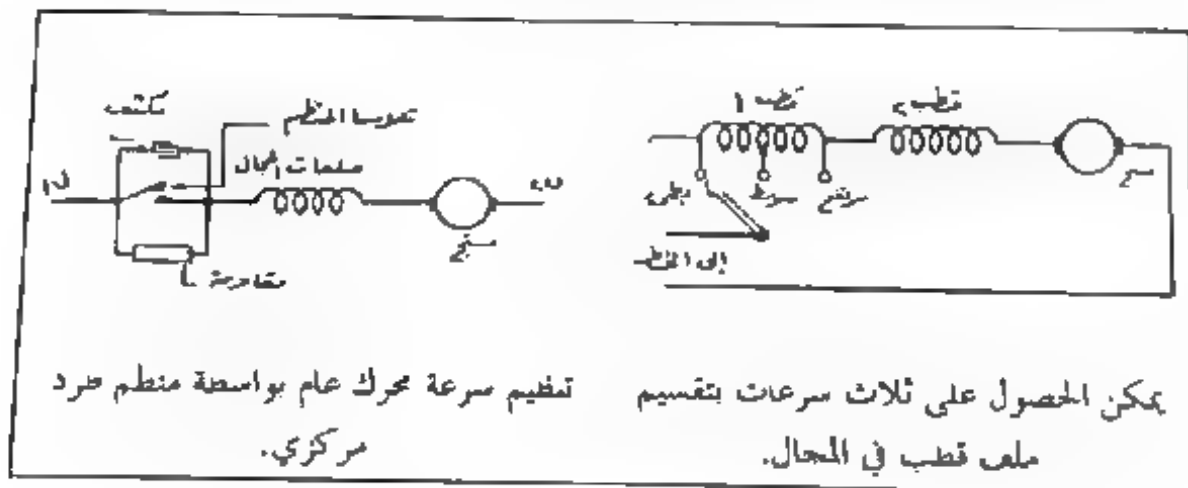
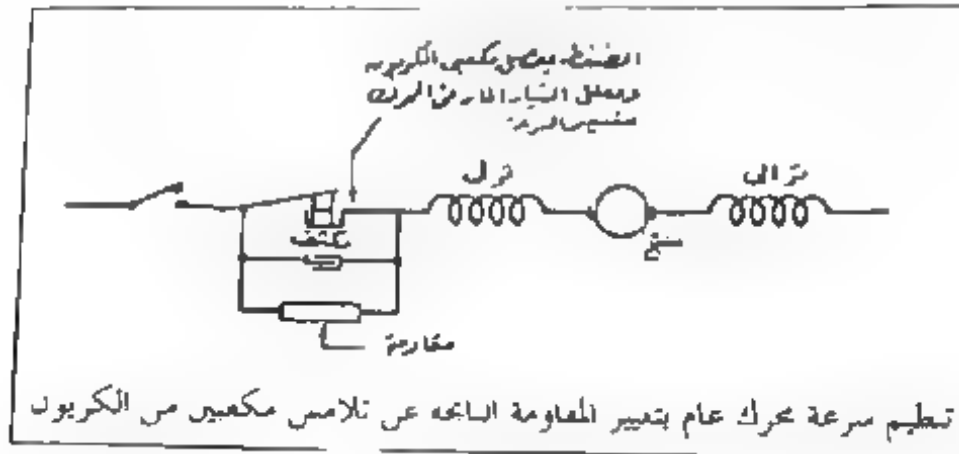
### التحكم بسرعة بعض المحركات العمومية:

- تطلب بعض الآلات التحكم في سرعة دوراتها ومن طرق التحكم ما يلي:
- ١ - بواسطة مقاومة أومية من ملف أو سلك مقاوم أو من أقراص فحمية على التسلسل مع المحرك مثل مكبة الخياطة المنزلية، حيث تقوم دعسة القدم بعملية إيقاف وتشغيل المحرك وكذلك التحكم بسرعه، فكلما زاد ضغط القدم نقصت قيمة المقاومة وراود التوتر والتيار في المحرك وتزداد سرعته، وعند رفع الضغط تنقص السرعة ثم يتوقف المحرك تماماً بسبب انقطاع التيار عنه.
  - ويمكن التأكد من عمل دعسة القدم بوصلها مع مصباح (١٠٠ واط على التسلسل) وتعديتها بالتيار، وتعير إضاءة المصباح مع حركة دعسة القدم مما يدل على صلاحيتها أو تقاس مقاومتها بالأوم، ويظهر تغير المقاومة مع تغير الضغط عليها.
  - ٢ - بواسطة وصل ثنائي (ديود) على التسلسل مع المحرك مما يجعل المحرك تتغير سرعته مع أو بدون الثنائي وقد يضاف مقاومة أومية.



٣ - بواسطة منظم تردد مركزي يعمل على توهيد المقاومة مع المحرك عندما تزداد سرعته ويلعبها عند انخفاض السرعة

٤ - بواسطة مجموعة مسسات أو بكرات وهي طريقة ميكانيكية ويغنى للمحرك فيها سرعته العادية الثابتة تقريباً



## طريقة فحص وإصلاح المحرك ذو المجمع والفحومات

### الفحص المبني للمحرك:

بعد تأكيد من جاهزية المحرك ووصول التوتر اللازم سعديته، نتأكد من دوران محوره بسهولة، وعدم وجود أي عائق لدورانه. نحرب تشغيله بإداسه يسمع ثم يدور بشكل صحيح وطبيعي فتأكد من سعديته، وعدم نقص في طول الصممة بسبب تاكلها، ووجود نابض الضغط بحالة جيدة، وتؤكد من بقاء كل حوصيل الخارجي والداخلي ثم ملفات الثابت ثم الدائر. وتتضمن طريقه الفحص ما يلي.

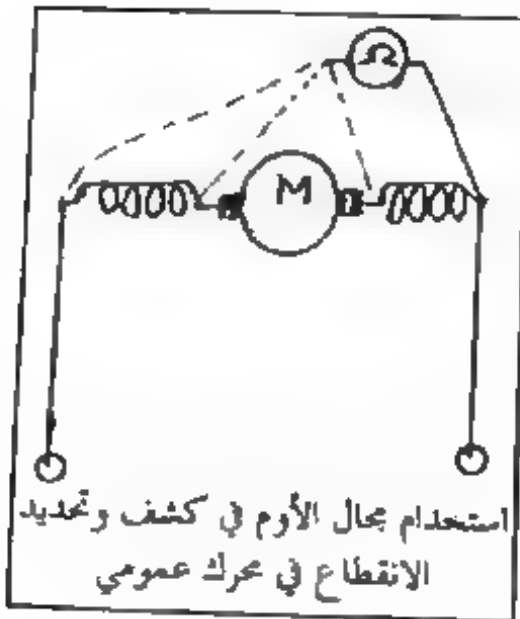
### الكشف عن الانقطاع:

يستخدم مقياس الآفومتر (بجال الأوم) أو مصباح المبري (اتسلسي) - نفصل المحرك عن أي تيار ثم نضع طرفي المقياس على سلكي تغذية المحرك. وعدم تحرك المؤشر يدل على عدم استمرارية الوصل بين الملفات الثابتة والعصو الدائر. ثم ننقل سلكي المقياس لفحص كل ملف لوحده ثم نفحص طرفي الفحومات مع العضو الدائر للتأكد من تلامسهما مع المجمع

### فحص العضو الدائر والمجمع:

أ - استخدام مجال الأوم أو المصباح التسلسلي:

إن ملفات الدائر تشكل غالباً دارتين على التفرع فنضع سلك الأوم على قطعة مجمع والسلك الآخر ننقله على القطع الأخرى تدريجياً وحين وجود قطع واحد في الملفات فإن الأوم يبقى مشيراً إلى وجود اتصال عن طريق الفرع الآخر أما إذا وجد انقطاعاً أو أكثر فإن المؤشر لا يتحرك عند الوصول واختبار قطعة المجمع التي في ملفها الانقطاع.



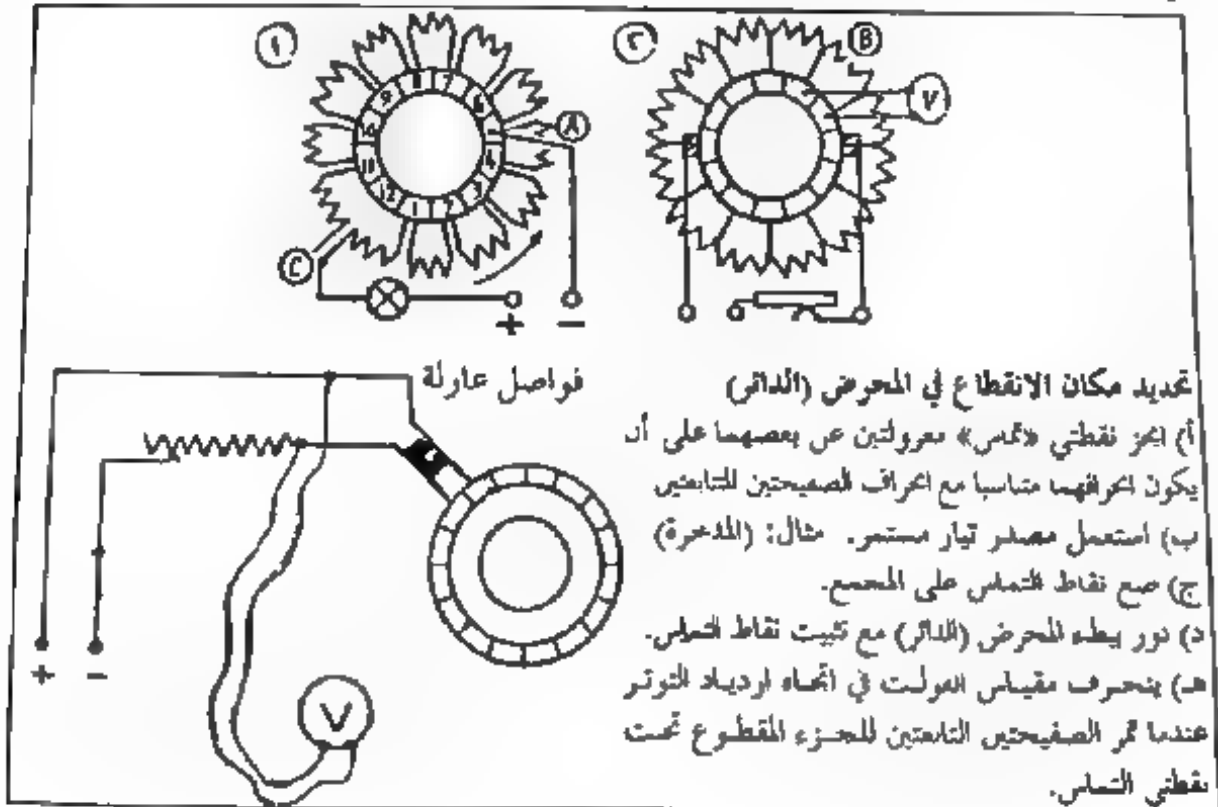
و نفس الطريقة يستخدم المصباح التسلسلي الذي يصيء عند وجود عوصل ويطلق عند نقاط الانقطاع

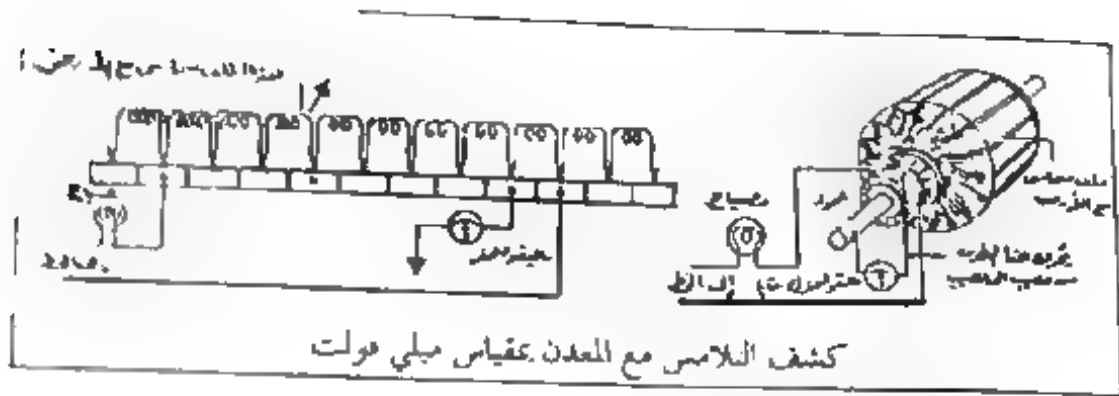
#### ب - طريقة قياس المقاومة بدقة:

نقيس المقاومة بين كل قطعتي مجمع بشكل دقيق فإذا وصمنا إلى نقطة مقاومتها كبيرة كثيراً أو لا يتحرك المؤشر يدل ذلك على وجود الإنقطاع في هذه النقطة، وإذا أشار المقاس إلى مقاومة صغيرة جداً أو صغر أوم فإن ذلك يدل على وجود احتراق في الملف أو تلف العازل بين قطعتي المجمع.

#### ج - طريقة الجلي فولت:

نعدي طرفي المجمع بتوتر منخفض ثم نقيس التوتر بين كل قطعتي مجمع أو نثبت طرف المقياس في أحد سلكي التعديّة وسنقل الطرف الآخر من قطعة إلى أخرى ابتداء من الطرف الآخر للتعديّة، فإذا أشار إلى توتر أعظمي ثم انخفض تدريجياً وبشكل متساو دل ذلك على صحة الملفات والمجمع. وحين قياسه نفس التوتر في قطعتي مجمع متجاورتين فإن ذلك يدل على وجود قصر بينهما. وإذا لم يتحرك المؤشر بسبب عدم وجود توتر يدل ذلك على وجود انقطاع في تلك القطعة.

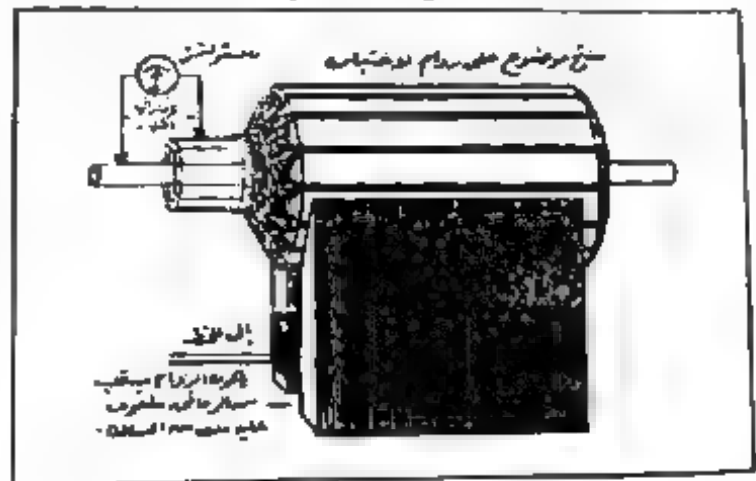


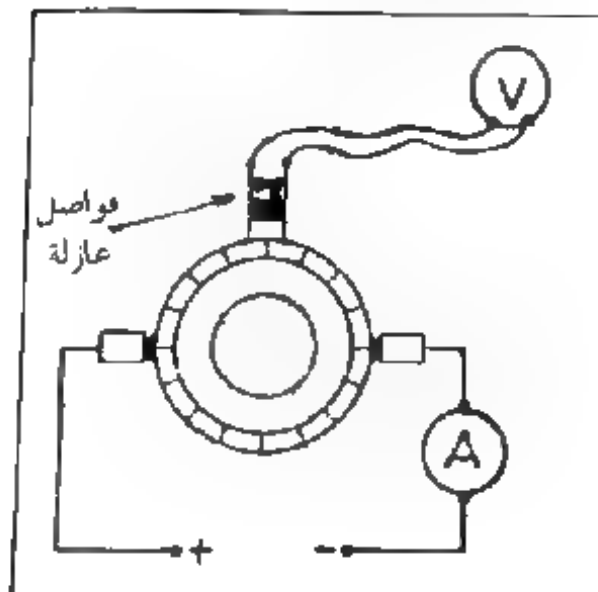
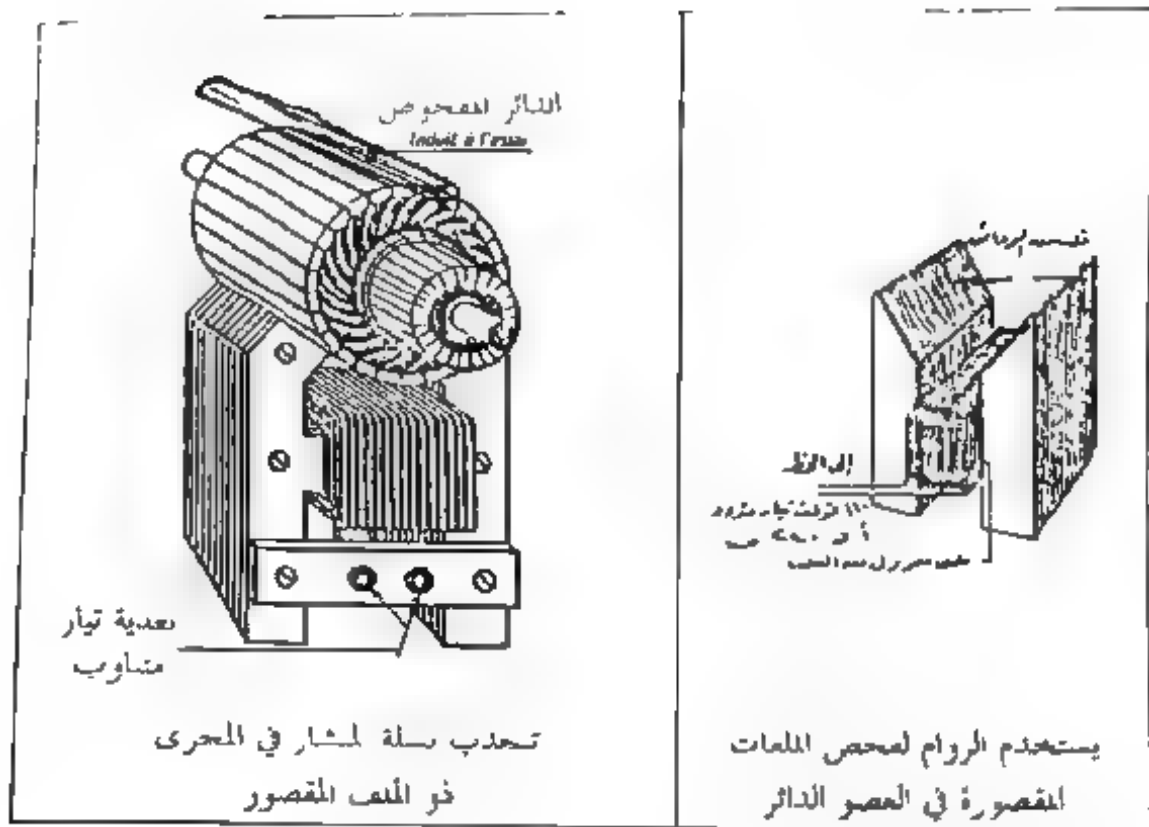


#### د - طريقة الزوام واختبار القصر:

وهذا الجهاز يدعى (مقياس) ويتألف من دائرة مغناطيسية من صماتح حديد المحولات وهي مفتوحة من الأعلى بشكل حرف V يوضع عليها العضو الدائر الملفوف المطلوب فحصه، وفي الدائرة المغناطيسية ملف يمدى بتيار متناوب كأه ملف ابتدائي لمحول، وكل ملف في العضو الدائر يمثل ملف ثانوي. توضع مسطرة حديدية أو نسالة منشار مطابقة للمحوري العلوي للعضو الدائر فإذا تمغنطت وانجذبت المسطرة فيدل ذلك على وجود قصر في الملف الذي يمر في هذا المحوري ويعلم ثم يدار ليصبح المحوري الذي بعده في الأعلى ويبحث أيضاً بمطابقة المسطرة عليه وهكذا ومحد أن وجود قصر في ملف واحد يؤدي لاجتذاب المسطرة الحديدية في كلا المحورين الذين يحتويان هذا الملف المقصور.

ويمكن التأكد من سلامة الملفات أو وجود قصر أو قطع بقياس التوتر بين كل قطعي مجمع أو أكثر وذلك بعد وضعه على الزوام على أن يتم القياس عندما تكون قطع المجمع في نفس موضع الانحراف لأن التوتر المتحصر يتغير حسب زاوية التدفق المغناطيسي بين فكي الزوام والملف الذي نقيسه.





استخدام مقياس الفولت للكشف عن  
القصر والانقطاع بعد تغذية المسفرتين  
بتيار منخفض مستمر

### هـ - طريقة الجهاز ذو السماعة أو مكبر الصوت:

هذا الجهاز وعيره قد يكون صغيراً ومناسباً ولكنه غير شائع في الورشات الصغيرة، ويتألف من مغناطيسين كهربائيين موضوعين على حامل غير مغناطيسي، يغذى الأول بتيار متناوب له تردد من (٥٠٠ إلى ٨٠٠ هرتز) أما ملفات الآخر فتوصل إلى سماعة هاتمية.



لمحصر الملفات يكفي وصل ملف المعاطيس الأول بتيار تردده (٥٠٠ هرتز) ثم تحرك الجهاز أمام ملفات العضو الدائر أو لثابت، بعد وجود قصر في ملف - منه يولد فيه تيار تحريضي ثم تحريض مغناطيسي ينتقل عبر ملف معدني ومنه يظهر في سماعة بشكل صوت مميز. ويكفي تعسم المحرى بدئي حدث عنه الصوت



ويمكن استخدام هذا الجهاز أيضاً في فحص ملفات المحركات المتناوبة. يمكن استبدال السماعة بمكبر صوت صغير يفيد في نفس الاختبارات السابقة ويدعى (المحصر الصوتي)، وهذه الأجهزة تفيد في سرعة الفحص والكشف. ويمكن استخدامها في آلات التيار المستمر وفي عضو الاستنتاج الدائر، ولكن يجب فك الحام أحد خطوط المجمع لفتح الدارة التي هي

مغلقة على نفسها قبل القيام بالاختبار. وإذا كان المتحرض ذو دارات تفرعة متعددة فيجب فتح كل دائرة تفرعية قبل الفحص.

### ٥- الفحص بالجهاز ذو الشاشة الإلكترونية:

وهذا الجهاز أكثر دقة وتعقيداً، يستخدم في الشركات التي تصنع المحركات والآلات الكهربائية نظراً لإرتفاع ثمنه، يعتمد مبدؤه على توليد بضات ترددها (٥٠ هرتز) تطبق على ملفات الآلة التي تحت الاختبار ويتصل بشاشة ذات الأشعة المهبطية (كجهاز راسم الإشارة) فتظهر على الشاشة منحنيات تختلف حسب وجود العطل وطبيعته في الملفات كوجود إنقطاع أو قصر أو خطأ في التوصيل أو ملفات معكوسة أو تماس مع الملفات أو مع الجسم المعدني، فلكل عطل منحي مميز على الشاشة.

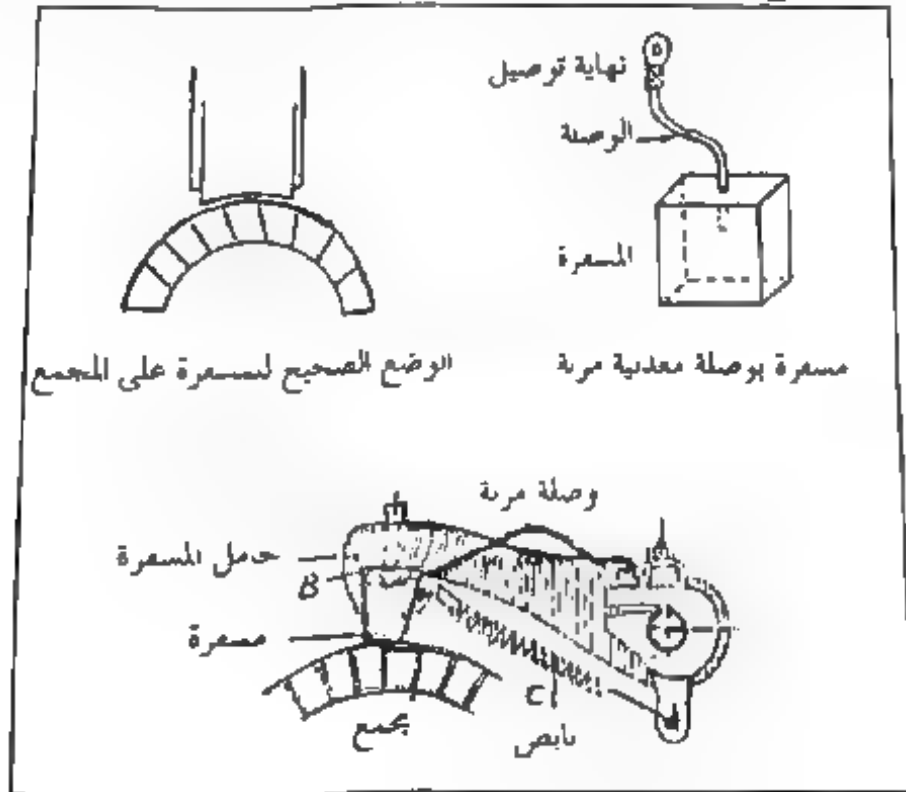
## صيانة وإصلاح المجمع والفحمت في المحرك:

### المجمع

يتعرض المجمع للشرارات الكهربائية وترسب مسحوق الفحم بين قطعه ومن ثم خشونة وتشوه سطحه وقد تفصل إحدى قطع المجمع من مكانها. ويعمل في حدوث الأعطال زيادة ضغط لفحمت على المجمع أو استخدام فحمت قاسية أو نابض ذو ضغط غير مناسب ويتطلب عمل الصيانة ما يلي:

- ١ - تنظيف المجمع من درات الفحم بزالته جيداً من بين القطع بواسطة مشرط حاد رفيع أو بطرف إبرة ثم تنظيفه بمواد خاصة ويمكن استخدام السرين أو الكحول
- ٢ - تنعيم وصقل سطح المجمع بواسطة ورق سبادج ناعم معدني (ورق صمغ). وفي المجمع الكبير قد يلزم عمل خراطة سطحية رقيقة لمرة واحدة لإعادة السطح النحاسي للمجمع إلى وضعية جيدة

ملاحظة: في حال تلف المجمع أو برع إحدى قطعه فيجب تغيير تعصير الدائر إذا كان المحرك صغير الاستطاعة أما المحركات الكبيرة فإنه يمكن تبديل المجمع بآخر حديد ثم إعادة توصيل ولحم الأطراف عيه.



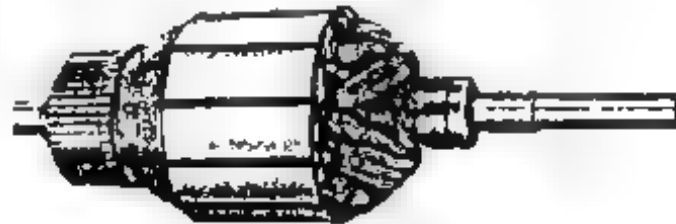
### الفحومات:

عند تعبير الفحومات يجب الحصول على نفس القياس والقسارة وغيرها وبمفصل التعامل مع وكيل الشركة المنتجة للحصول على نفس النوع المطلوب تماماً وإذا تعدد ذلك فنستخدم القياس الذي يساويه أو يكره قليلاً من شركات أخرى.

عند إعادة الفحومات يجب أن يكون سطحها الملامس للمجمع شكل قوس مطابق له، ولتحقيق ذلك في فحومات غير الوكاله يوضع على محيط المجمع ورق سبادح سطحه الخشن إلى الأعلى ثم يحك الفحمة على سطح السبادح حتى يتشكل القوس المناسب مما يقلل من تآكل الفحمة ويضعف الشرارات الناتجة ويحسن تلامس الفحومات مع المجمع.

### اللف العملي للعضو الدائر للمحركات العمومية:

إن المحركات الصغيرة المستخدمة في الأدوات المنزلية - خلاط - فرامة - موبينكس - مكبة - مثقب محمول، قد صنعت غير مهيأة لإعادة لفيها بل يبدل الجزء المتعطل من قبل ركانته بجزء جديد آخر، وخاصة العضو الدائر أو العضو الثابت مع مفاته ونصح بعدم إعادة اللف إلا إذا تعدر استبداله بجديد، وكان الجهاز عالي الثمن ليس فيه أعطال أو عيوب أخرى، وكذلك إذا كان إجراء عملية الإصلاح تطيل عمر الجهاز زمناً مناسباً كافياً.



عضو دائر لمحرك عمومي معروف ١٢ مجرى  
بشكل ضلعين في المعرى - ويلاحظ حزم نهاية الملفات  
على المجمع بحيث مع تخلخلها بتأثير القوة الطاردة المركزية

ومن شروط إعادة لف العضو الدائر الملفوف المتعطل ما يلي:

١ - أن يكون مجمعه بحالة جيدة أو يمكن استبداله بأخر جديد.

- ٢ - أن يكون ثمن الجهاز يستأهل الملف وكفته  
 ٣ - أن نضمن عمل الجهاز لزمن طويل وفي حالة جيدة بعد إعادة لفة  
 ٤ - أن نستطيع تحقيق توارد العضو الدائر بعد لفة ليدور بأقل صوت وبحركة متزنة.

وطريقة الملف تكون إما بلفافة آلية أو بتشكيل الملفات ثم نربطها، أو الملف يدوياً بتمرير السلك في المجرى لفة بعد لفة وهذا هو الشائع غالباً.  
 وتستخدم طريقة الخطوة القصيرة في الملفات لتجنب تقارب جوانب الملفات مع المحور مما يقلل من حجم رؤوس الملفات كثيراً وكذلك من حجم ووزن الملفات بمقدار ٢٠٪ عن الخطوة القطبية الكاملة  
 مثال: عضو دائر لمحرك قطبين عدد مجاريه ٢٤ مجرى.

الخطوة القطبية الطبيعية الكاملة  $\frac{2}{p} = 12$  أي خطوة الملف ١ - ١٣  
 الخطوة القطبية القصيرة  $12 \times 0,8 = 9,6$  أي ١٠ وخطوة الملف ١ - ١١

### تسجيل معلومات الملف:

وهذه الخطوة مهمة جداً لأن أي خطأ في أخذ المعلومات أو عدم إعادة تنفيذها بدقة يجعل الملف غير مجد وقد لا يدور المتحرض أو يحدث شرارات قوية تحت المسمرات ويعود للاحتراق بسرعة، ويكون عزم دورانه ضعيفاً. وهذه المعلومات هي:

عدد الأقطاب وأغلبها ٢ قطب - عدد المسفرات وأغلبها ٢ مسفرة - عدد مجاري الدائر - عدد قطع المجمع - خطوة الملف (التنزيل) - خطوة الموحد - نوع الملف انطباقي - تموجي (بسيط أو مضاعف) - قطر الدائر - طول المجرى - عرض الفحمة - رسم مخطط التوصيل بين المتحرض والمحرض - رسم المخطط الكلي للمتعرض.

### طرق لف العضو الدائر للمحركات الصغيرة:

- ١ - الملف بطريقة (الأنشوجة) ضلعين في المجرى.
- ٢ - الملف بطريقة (الأنشوجة) عدة أضلاع في المجرى.

- ٣ - اللف بطريقة سلكين أو أكثر معاً  
٤ - اللف بطريقة الأنشطة بخطوة (٧) (الملفات المتتابعة).  
٥ - اللف بطريقة الملفات المتوارية (المتطرفة).

#### ٦ - اللف بطريقة (الأنشطة) ضلعين في المجرى:

وبهذه الطريقة تهرر مساويء الملفات غير المتساوية وانسي لا تحقق توارد الدائر من الساحة الميكانيكية أو الكهربائية (لأن المقاومة الأومية تختلف بين ملف وآخر) وذلك لأن كل ملف يترايد يحيط لفاته عن الذي تحته وبالتالي يزداد وربه ومقاومته، ورغم ذلك تستخدم هذه الطريقة ولها بوعان هما:

- أ - التقدم باتجاه الد اليعنى  
ب - التقدم باتجاه اليد اليسرى.  
ويجب اتباع الطريقة التي كان عليها اللف السابق ثمماً.

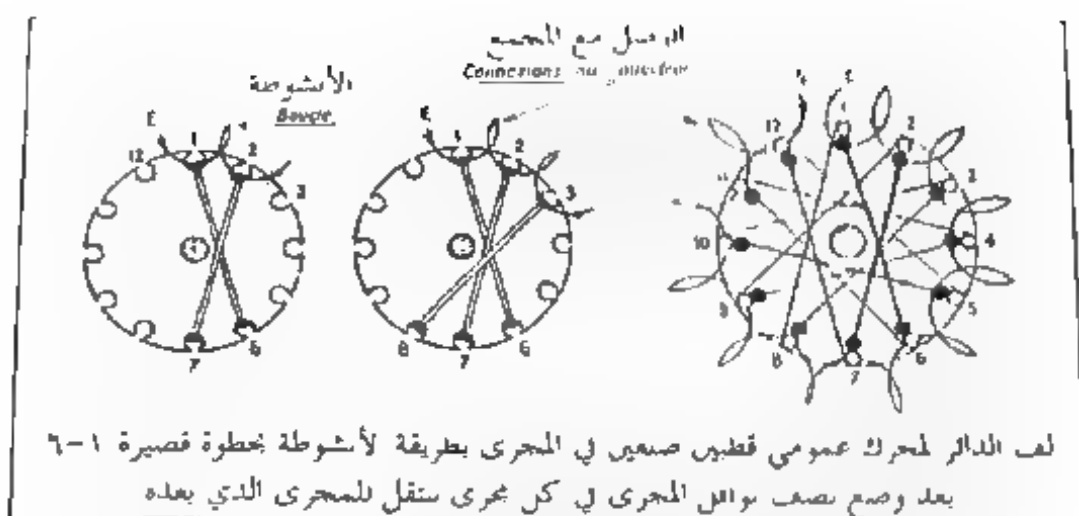
قبل عملية اللف يجب عزل طرفي اسطوانة الدائر بكرتون بريسبان معاكسة (١٠،٦ - ١ مم) وكذلك بعزل محور الدائر وخاصة في منطقة تلامس جوانب الملفات وكذلك تعزل المجاري بالكرتون المناسب مع تحقيق ثبي الكرتون في الطرفين لمسافة محددة مناسبة وذلك لحصر وتقوية العازل.

ونبدأ اللف بأسلاك نحاسية معزولة بالوريش أو القطر أو غيره كما في اللف الأصلي ويتحقق كامل اللف دون قطع السلك وذلك بربط طرف السلك على المجمع بشكل أنشطة، وتحقيق خطوة اللف داخل المجاري ثم ربط كل طرف بطول مناسب لبعده قطعة المجمع بما يكفي لوصفه ولحامه معها بعد ذلك.

ويوصى بعزل أطراف الملفات بإدخال قطعة تيب عازل في كل طرف لمنع حدوث قصر دائرة محتمل بين الملفات أو الأطراف.

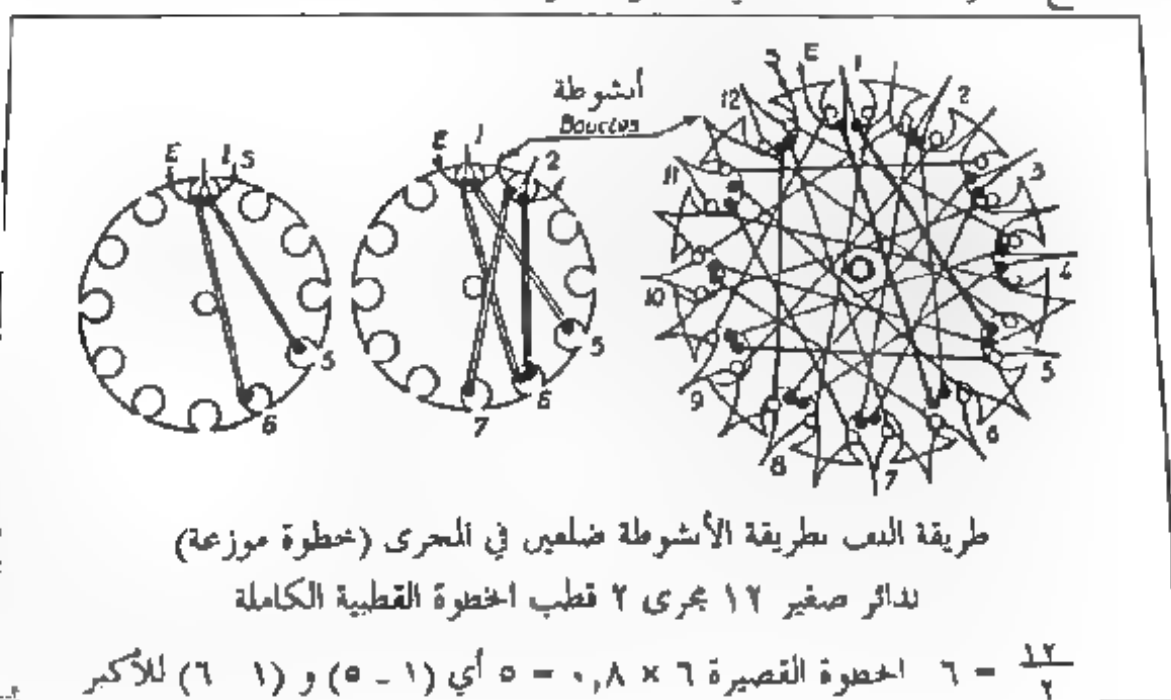
وبعد تحقيق اللف في جميع المجاري بنصف عدد النواقل في المجرى تنعم اللف ليتحقق ضلعين في كل مجرى كما في الشكل.

في أغلب المحركات الصغيرة تربط الأطراف الواصلة إلى المجمع بخط حيث يبدأ لفة قبل الانتهاء من الملفات الأخيرة ثم يلف الخيط بإحكام في نهاية اللف، وذلك لمنع تفكك الأطراف بتأثير القوة الطاردة المركزية عند الدوران السريع للدائر.



## ٢ - اللف بطريقة الأشواط عدة أضلاع في المجرى:

وهذا اللف بعد كما في اللف السابق ولكن تنوع اللغات المتواجدة في  
مجرى واحد لتصبح متغيرين أو ثلاثة أو أكثر  
بعد وضع لغات الملف الأول تشكل أشواط، ثم نكمل اللف داخل نفس  
المجى بالملف الثاني ثم نضع أشواط في آخره وهي بداية للملف الثالث إذا كان  
اللف بثلاثة أضلاع في المجرى، وإذا كان اللف بصلعين فقط تكون الأشواط  
الآخيرة بداية للملفات المجرى الذي بعده وهكذا. وهذه الطريقة تتطلب أن يكون  
عدد قطع المجموع مضاعفاً لعدد المجاري، وبصورة عامة يجب أن يكون عدد قطع  
المجموع مساوياً لعدد الملفات في العضو الدائر.



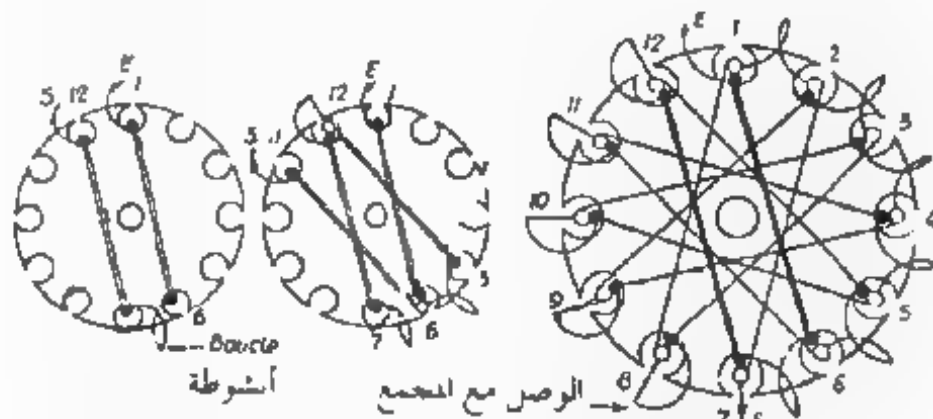


وهذه الطريقة يمكن تمثيلها مهما كان عدد المجاري وهي عملياً من ١٠ إلى ١٢ في بعض المولدات القديمة في السيارات لأن التور فيها ضعيف (٦ - ١٢) في بعض المولدات يتطلب وضع عوارل بين الملفات الأمامية مما يقلل من حجم رؤوس الملفات

### ٥ - اللف بطريقة الملفات المتوازية (المتناظرة).

وتعد لفة كل معين متماثلين معاً مما يحقق جودة عالية في سوارل الملف كما أن المقاومة الأومية لكلا الملفين وحدة وهذا ما يجعل توزيع مقاومات الملفات أفضل من الطرق السابقة، لأن الملفات فيها يلف طول سلكها عن الملف المجاور له فيحصل في الوزن والمقاومة بفرق بسيط ولكنه مهم جداً في دوران العضو الدائر وهذا الملف يتحقق بعمل أشطوطات أو سويش، وفي حالة خاصة يقطع السلك بعد تمديد كل ملف ثم يدخل عمدين محتلمي للون في الأطراف لكون يمر البداية ولون آخر يميز النهاية.

ويكون طول كل عمود (تيب عازل) مساوياً لمسافة بين المجموع واسطوانة الدائر



طريقة لفة الدائر بالملفات المتناظرة وهو لحرك عمومي صغير ٢ قطب ١٢ بحرى الخطوة (٦ - ١) قصيرة. نصنع نصف نوافل الملف ١ - ٦ ثم ننقل إلى ملف ٧ - ١٢، اتجاه التقدم من اليمين إلى اليسار اعط E و S يسهما ١٨٠ بوصولاً معاً إلى قطعة مجمع

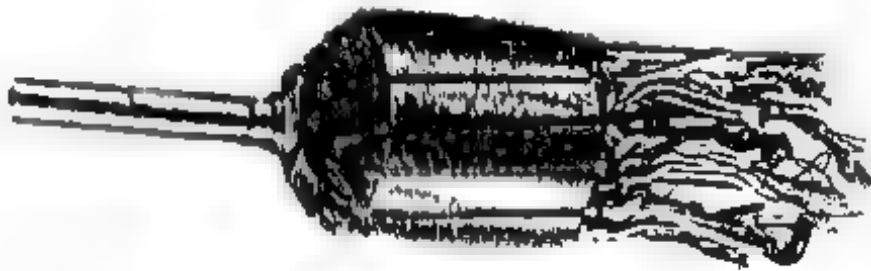
### تثبيت الملفات داخل المجاري:

بعد انتهاء عملية لفة العضو الدائر بفصل وضع عازل كرتوسي يعطى الملفات، ثم نزل خوابير خشبية أو من العيسر في أعلى كل بحرى لحصر الملفات ومع خروجها وخاصة عند الدوران السريع الذي ينشأ عنه قوة نابذة (طاردة) مركبة تحاول دفع الملفات خارج المجاري.



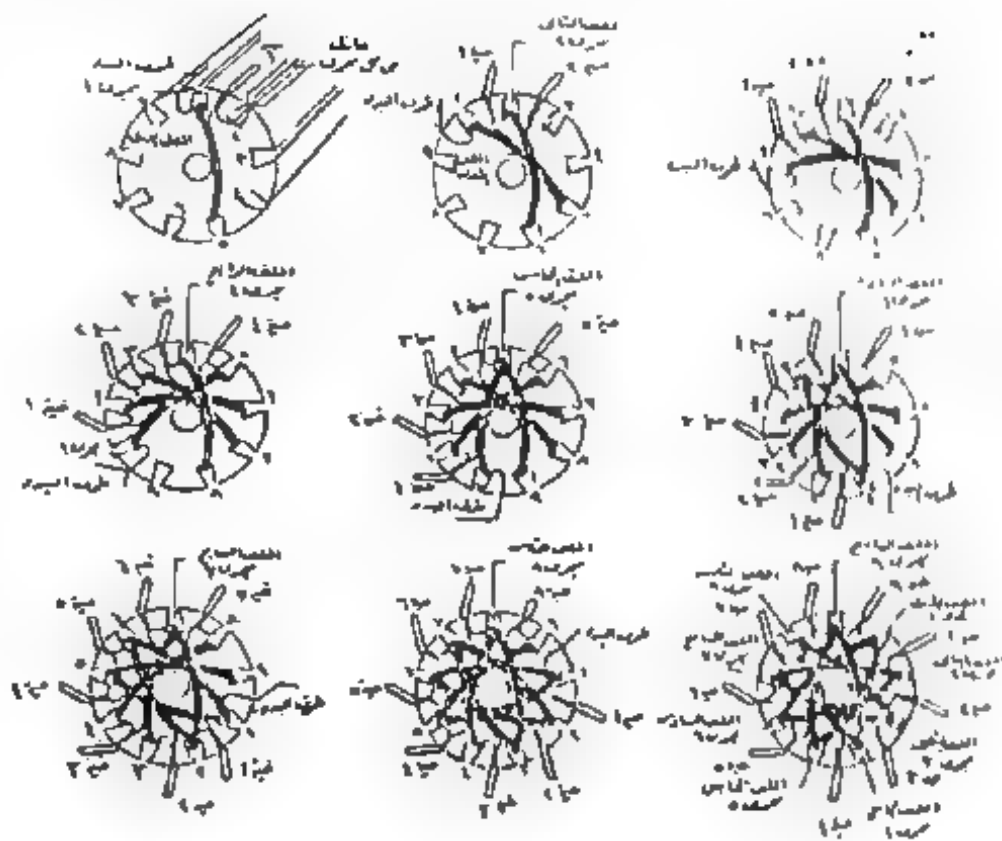
## توصيل الأطراف مع قطع المجمع

- إن حاما مخصصا يوصل الأطراف إلى المجمع ،  
 معاومات الملف والتوصيل إلى المجمع ،  
 للمحركات ومحور الأقطاب أو محور المولد وصحة الوصل في  
 المحركات أقل ما يمكن وتكون نهاية المولد أو الآلة في أحد  
 الأطراف مع المجمع ثلاث وصعيات وهي  
 ١ - وصل الأطراف في منتصف سلك الملف أو على النهاية المدة في إحدى  
 منه الطرف.  
 ٢ - وصل الأطراف إلى عيين الملف وذلك بأن يمسك بالدارس اتجاه المجمع في  
 مع مراعاة عدد قطع المجمع التي يراعى منها  
 ٣ - وصل الأطراف إلى يسار الملف بعدد معين من قطع المجمع



العصو الدائر لمحرك عمومي صغير أثناء البناء ، ولذا توصيل الأطراف مع المجمع  
 ويحتوي على ١٢ طرف ٢ قطب

يحدد قطعة المجمع التي سيوصل إليها الطرف بأن يضع مسطرة أو خط من  
 يمرى بداية الملف والمجمع وبشكل مستقيم مسير للمحرك ثم يضع علامة على  
 قطعة المجمع هذه ثم تعد نحو اليمين أو اليسار عدد القطع التي يراعى منها سداً  
 بتحديد أول بداية على المجمع وتصلها أو يلحمها في المكان الصحيح إلى المجمع  
 وتتم العمل بوضع النهاية على القطعة التي بعدها إذا كان الملف انطباعي بسيط ،  
 وإذا كان الملف انطباعي مزدوج ترك قطعة مجمع فارغة ووضع النهاية بعدها



خطوات تنفيذ لف دائر ذو ٩ مجرى و ٩ قطع مجمع  
الخطوة قصيرة ١ - ٥ (خية تعني أشوطة)

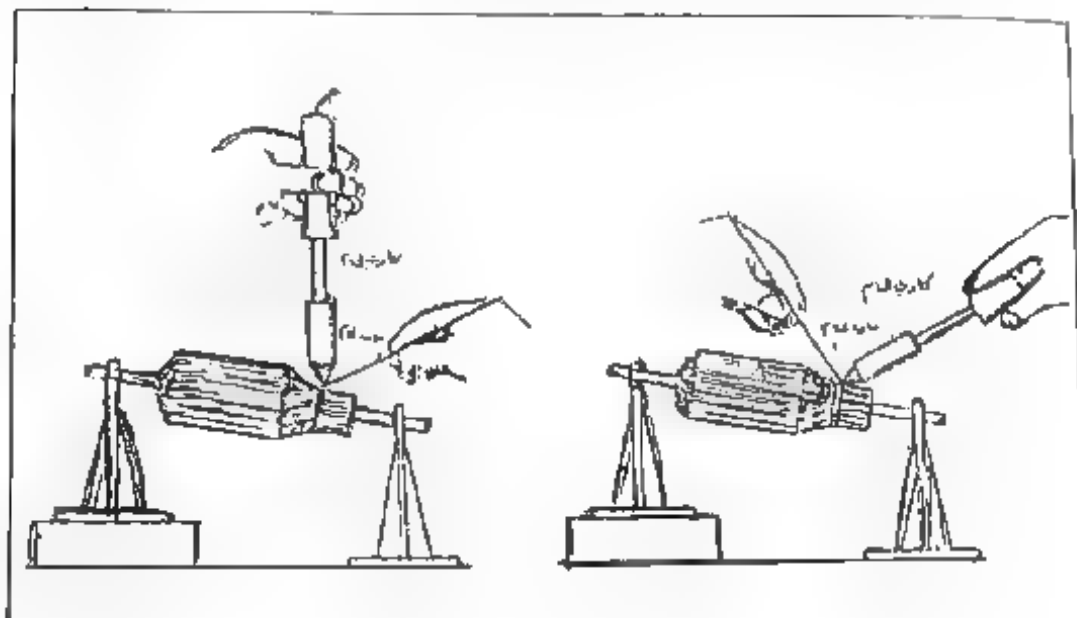
### لحام الأطراف:

يقطع كل طرف بطول مناسب للمسافة حتى قطعة المجمع التي سيسمح بها مع ترك ريادة بسيطة تحميه من الإنقطاع أو التخلخل عند لف المحيط على الأطراف لتثبيتها ومنعها من التفكك بسبب القوة الطاردة المركزية.

يظف كل طرف من الوريث وللمسافة مناسبة ويفضل إدخاله داخل تيب عازل إذا لم يكن موجوداً عند تعليم الأطراف، يستخدم الكاوي في لحام الأطراف مع المجمع بواسطة القصدير، ويمكن استخدام معجون لحام لمساعدة القصدير على تحقيق اللحام الجيد ويظف ما قد يكون من مواد عريية في مكان اللحام.

ويمكن إجراء عملية اللحام بتحمية مكان اللحام ثم غطيه في بوتقة قصدير منصهر ليلاصق اللحام المنطقة المحددة فقط.

يجب الانتباه من تجاوز اللحام (القصدير) المكان المحدد أو تشكل شيء  
 متصل بين قطعتي مجمع فتجعل ملف أو أكثر مقصوراً مما يرفع حرارته ويعيق عمله  
 ويهدد في دوران المحرك وعزم إقلاعه وسرعته..



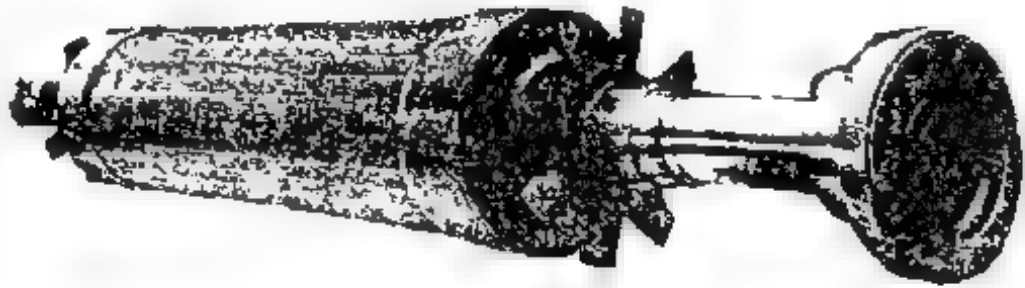
طريقة لحام الأطراف مع المجمع باستخدام كاوي كهربائي وسلت قصدير لحام.



# الفصل التاسع

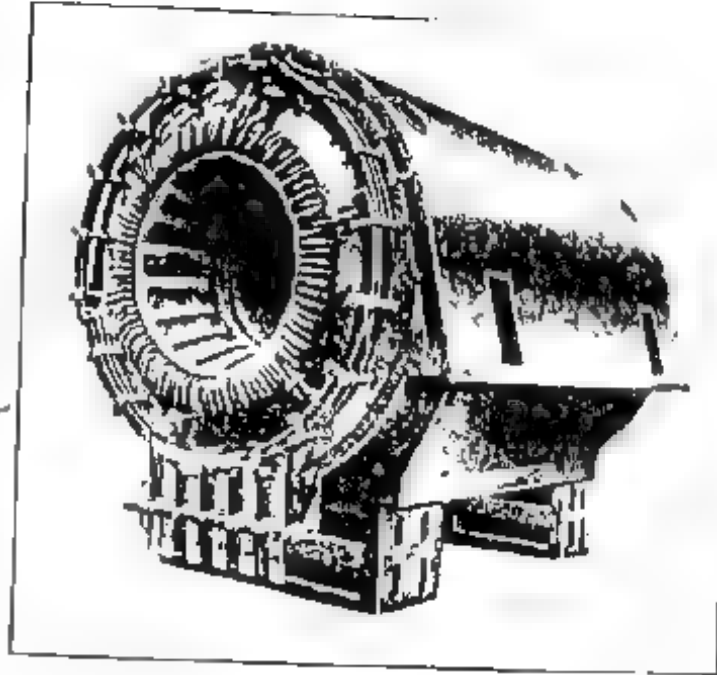
## المنوبات

**المنوبة:** هي آلة كهربائية تحول الطاقة الميكسكة إلى طاقة كهربائية وتولد تياراً متناوباً AC - فهي تشبه في شكلها الخارجي المحرك ولكنها تقوم بعكس عمله. فعند دوران محورها تعطي ملفاتها التيار الكهربائي وطرق تشغيل منوبة تنوع حسب ما يتوفر من مصادر وحسب استطاعة المنوبة وهي تشبه المولد (المستمر) في أجزائها ومبدأ عملها مع اختلاف قليل بينهما وأهم مصادر الطاقة هي مساقط المياه - الشلالات - السدود وتنبها قوة البخار كما في المحطات الحرارية (المحارية)، ويمكن الاستفادة بالرياح وحركة مياه البحر والأمواج والطاقة الدرية لتسخين المياه وتويد البخار وعند عدم توفر مصادر رخيصة الكلفة ومناسبة تستخدم محركات الديزل أو الغاز..



العصو الدائر لمنوبة استطاعتها ٢٥٠٠٠ ك ف أ  
٣٠٠٠ د/د ولاحظ وجود حزام تثبيت أطراف الملفات من كل جانب.  
والمنفات من بارات نحاسية داخل المحاري مثبتة بشكل جيد

حجمه : ١٠٠  
 نوعه : ١٠٠  
 نوعه : ١٠٠  
 عمله : ١٠٠  
 سرعتها : ١٠٠  
 ويشاهد في أمراء  
 لهديات لمخرج المصنوع



### أهمية التيار المتناوب:

- ١ - إمكانية رفع أو خفض الجهد المتناوب بواسطة المحولات لضرورة نقله إلى مسافات بعيدة ويصعب ذلك في التيار المستمر.
- ٢ - كلفة توليده أقل.
- ٣ - أخذات التيار المتناوب والمحركات أقل كلفة وأعطاءً
- ٤ - يمكن تحويل التيار المتناوب إلى مستمر (عملية التقويم) بعناصر بسيطة وقيمة الكلفة وهي الثنائيات الجافة أو غيرها بينما تحويل المستمر إلى متناوب يتطلب أجهزة ودوائر إلكترونية معقدة ومكلفة وكثيرة الأعطال وتدعى (أنفرتز) إضافة لميزات أخرى.

### أنواع المتوبات:

تتنوع المتوبات حسب ما يلي:

- ١ - حسب استطاعتها وتقاس بالفولت أمبير (VA) أو الكيلوفولت أمبير (KVA) فمنها الصغير الاستطاعة والمتوسط ومنها الكبير جداً وتقاس بالميجا فولت أمبير (MVA).

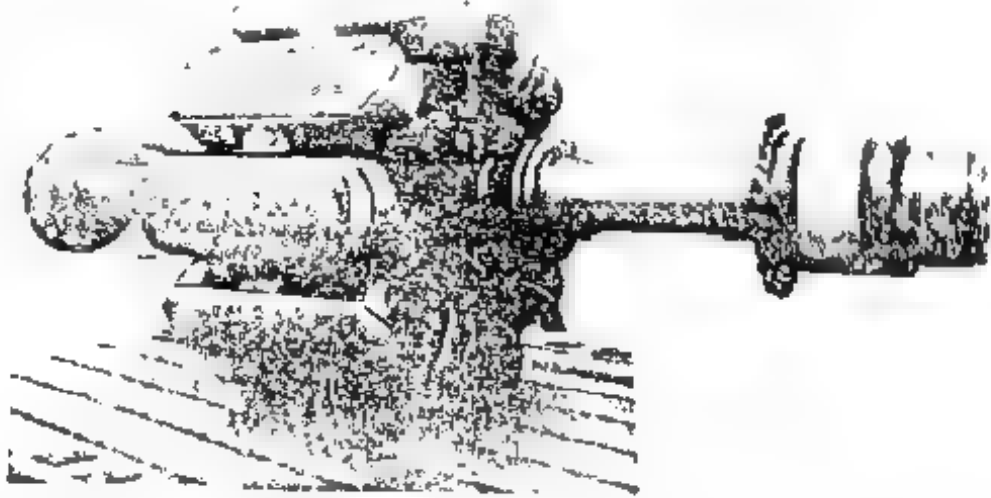
- ٢ - حسب نوع التيار أحادي أو ثلاثي  $\sim^1 - \sim^3$ .
- ٣ - حسب التوتر (منخفض - متوسط - عالي)
- ٤ - حسب تغذية المحرض - تغذية ذاتية - تغذية خارجية.
- ٥ - حسب تردد التيار المولد، والمستخدم عملياً حسب نظام تردد الشبكة ٥٠ هرتز (سيكل) ذبذبة/ثانية أو ٦٠ هرتز.
- ٦ - حسب سرعة الدوران، سريعة (١٠٠٠ - ٣٠٠٠ د/د)، متوسطة السرعة (٥٠٠ - ٧٥٠ د/د)، بطيئة (٧٥ - ٣٧٥ د/د)

### مبدأ المنوبة:

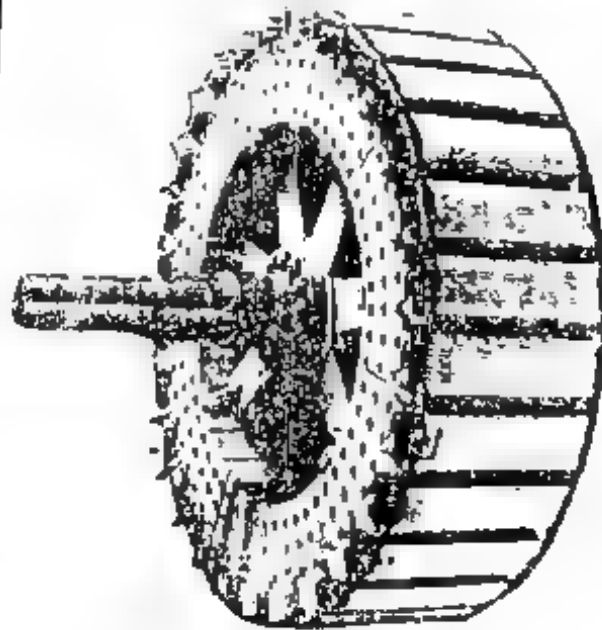
- يعتمد على مبدأ توليد التيار التحريضي في ناقل أو ملف إذا قطع مجالاً مغناطيسياً، أي أن عناصر توليد التيار التحريضي هي:
- ملف أو ناقل.
  - تحريض مغناطيسي.
  - حركة أحدهما قرب الآخر.
- والتيار المتناوب له منحنى جيبى يدعى محس التيار المتناوب (راجع مبدأ توليد التيار في فصل سابق).

### أقسام المنوبة:

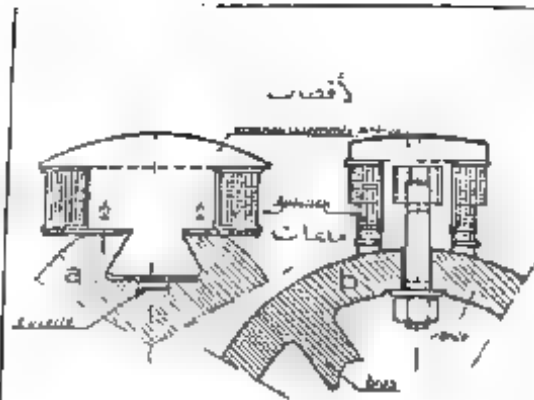
- ١ - المحرض وهو العضو الذي يعطي التحريض المغناطيسي وهو مغناطيس طبيعي أو كهربائي غالباً، وقد يكون المحرض هو الثابت أو الدائر
  - أ - مغناطيس دائم ذو قطبين في المومات الصغيرة جداً.
  - ب - مغناطيس كهربائي من أنواع الفولاذ داخل ملف يغذى بالتيار المستمر من مدخلة أو مولد صغير يدور مع محور المنوبة أو ذو تغذية ذاتية عن طريق دائرة تقويم.
- وإذا كان المحرض هو الدائر فإن تغذيته تتم عن طريق حلقتي انزلاق ومسفرتين مثل منوبة السيارة.



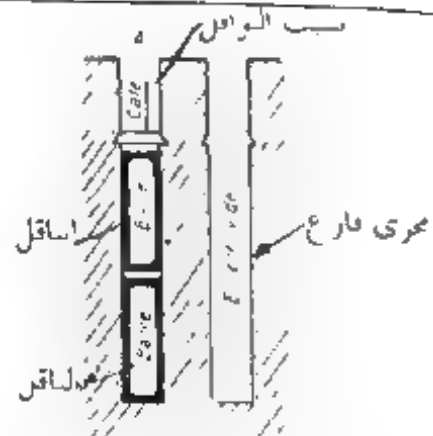
المحرص الدائر لموتة استطاعتها ٨٠٠٠ ك ف أمبير - ٤٥٠٠ ف - ٥٠ هرتز ٦٠٠ د/د  
مهيأة بعجلة مائية، تعدى الأقطاب من حقتي الإبرلاق على طرف الدائر



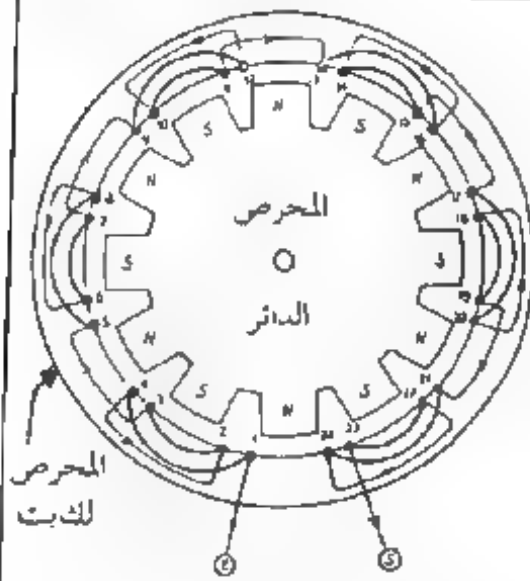
المحرص الدائر لموتة ذات أقطاب مركبة على هيكل الدائر  
وعددتها ٢٨ قطب مهيأة لموتة  
(٣٥٠٠٠ ك ف أمبير) (٢١٤ د/د) ٥٠ هرتز



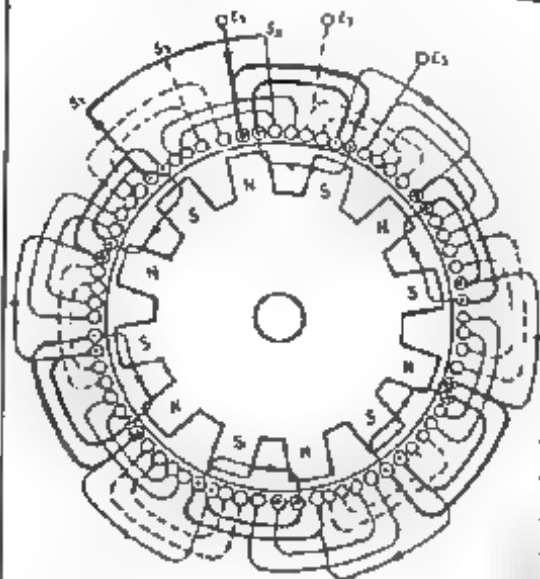
طريقتين من طرق تثبيت قطاب المحرك  
الدائر مع هيكل الجسم الدائر  
وعلى كل قطب ملف يعدى باليار  
المسمر لتكوين التحريض المعدطيسي



نوضع اسواقل المحاسبة  
دات المقطع المستطيل (بارات)  
داخر المحاري المفتوحة  
لعضو الدائر



عخطط أمامي لملفات المتحرض اثابت  
لموبة أحادية الطور ١٢ قطب ٢٤ بحري  
٢ بحري لكل قطب  
توصيل تعافى  
(نهاية مع بداية)



عخطط أمامي (دائري) لملفات المتحرض الثابت  
لمنوبة ثلاثية الطور ١٢ قطب ٢ بحري لكل  
قطب ويظهر توصيل ملفات طور واحد فقط  
والطورين الآخرين بنفس الطريقة توصيل  
النهايات نجحى وهي  $S_3-S_2-S_1$  البدايات  
هي  $E_3-E_2-E_1$



٢ - المحرض وهو القسم الثابت عادة ، دائري ، مستطيل ، أو ...  
 بعضها على التسلسل أو الفرع ، يشبه ...  
 داخل مجاري خاصة في دائرة مغناطيسية من صفائح الحديد المغناطيسي ...

توزيع المجموعات مع العوامل التالية

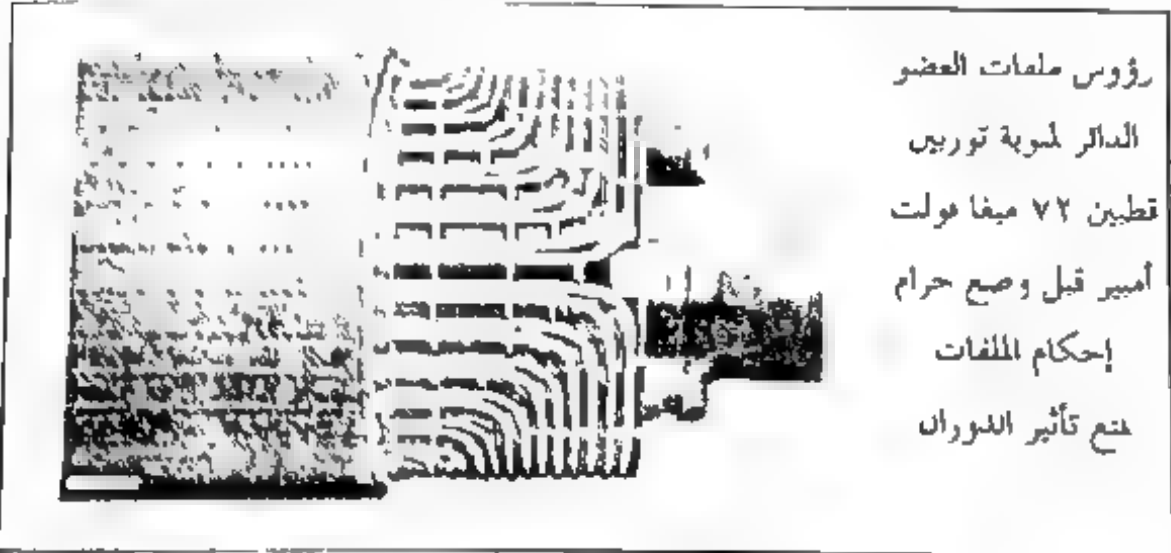
١ - نوع المتوبة ثلاثية أو أحادية الطور ، فالثلاثية دائرية ، والأحادية ...  
 مضاعفاتها ويكون وصلها النهائي بشكل نجمي أو ... في لوحة

التوصيل الخارجية

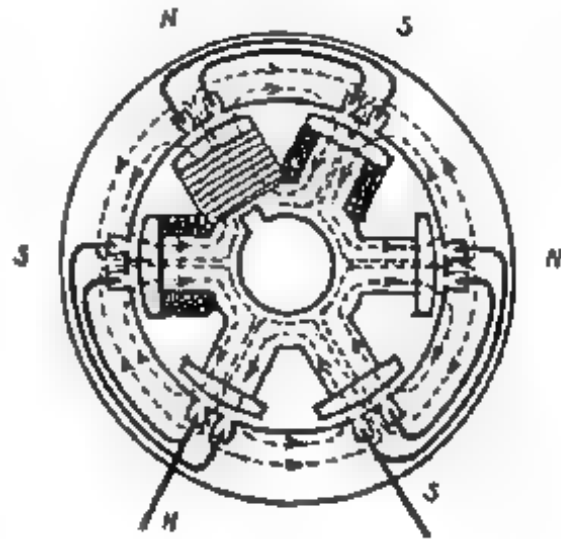
أما الأحادية فلها مجموعات متماثلة غالباً ، عددها ، ...

٢ - عدد أقطاب المحرض زوجي دائماً وله دور ، في ...

٣ - عدد مجاري الثابت لاختيار خطوة الملف المناسبة



متوبة أحادية الطور ٦ أقطاب  
 في الدائر (المحرض) ١٢ مجرى  
 في المنحرض الثابت.  
 ويظهر ثلاث ملفات في الدائر  
 إثنان منها بشكل قطاع  
 توصيلي



### توتر المنوبة:

يتراوح توتر تعدية المحرّس بين (٢٥ - ٢٥٠ فولت) تيار مستمر بينما يتراوح التوتر المتناوب المسح بين (١١٠ ف وحسب ٢٠٠٠٠ ف) وأكثر وهناك مستويات كسره الاستطاعة يصل بوترها إلى (٣٣ ك ف) بوسيل مباشرة إلى خطوط شبكة التوتر العالي. وحديثاً فإن السيارات والآليات قد اتجهت إلى استخدام المنوبات بدل مولدات التيار المستمر القديمة وتزود المنوبة شائيات لتقوم التيار تثبت مع جسم لمويه وبذلك استعني عن المجمع وأعطائه واستبدل بمنقعات الانزلاق الأقل أعطالاً. واتيبار المتولد ذو توتر (١٢ - ٢٤ ف) عالياً.

### تردد المنوبة:

وهو عامس مهم في المنوبات. واستقرار التردد يساسب مع استقرار سرعة الدوران ويمكن حسابه كما يلي:

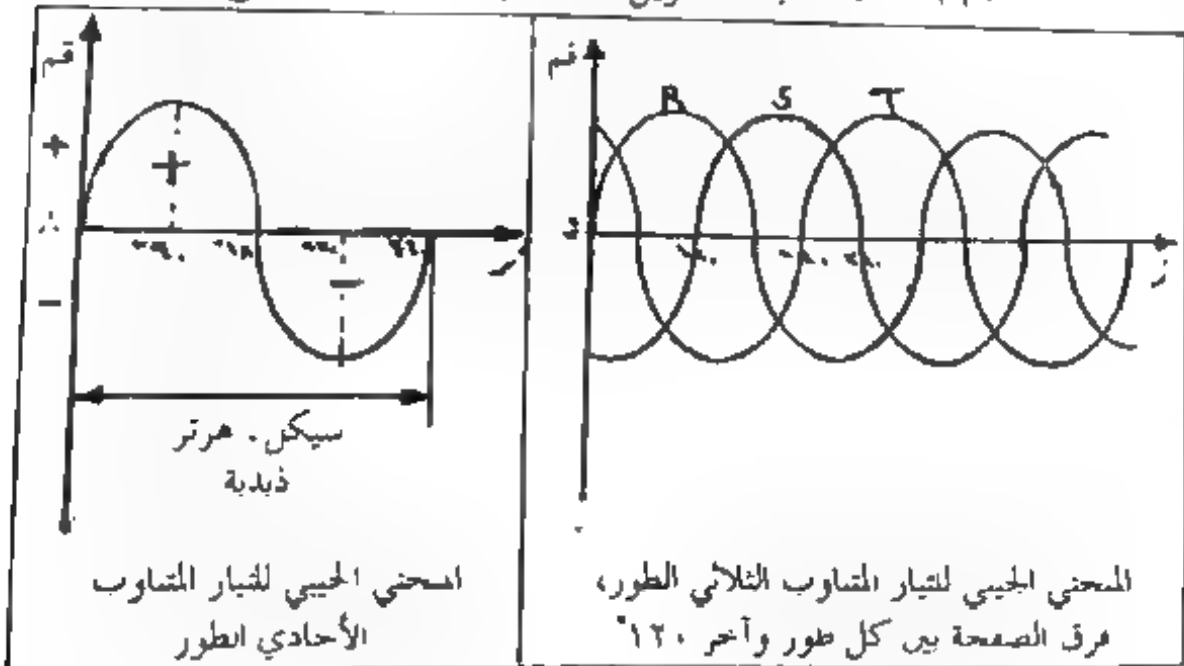
$$\text{التردد} = \frac{\text{السرعة} \times \text{عدد الأقطاب}}{١٢٠} \quad \text{أو} \quad \text{ت} = \frac{\text{سر} \times \text{ط}}{١٢٠}$$

حيث ت = التردد بالهرتز أو السيكل أو ديدبة / ثانية

سر = سرعة دوران محور المنوبة دورة / دقيقة

ط = عدد أقطاب المنوبة وهو عدد زوجي دائماً

١٢٠ = عدد ثابت لتحويل الثانية إلى دقيقة وعدد أرواح الأقطاب



ومنه يبين أن زيادة السرعة ترفع التردد والعكس صحيح لذلك يجب إيجاد طريقة للمحافظة على السرعة رغم تغير الحمل على المنوبة بين ساعة وأخرى عن طريق التحكم بتعددية الآلة التي تدير المنوبة سواء كان عن طريق التحكم بكمية الماء التي تدير العجلة المائية أو بتعبير راوية الموجهات أو كمية الماء إليها، أو بالتحكم بكمية البخار في التوربين البخاري، أو كمية الوقود في محركات الديزل أو الغاز .

وأما التحكم بالتوتر (المولت) فيكون عالياً عن طريق التحكم بتيار التهيج الذي يغذي المحرض عن طريق مقاومات.

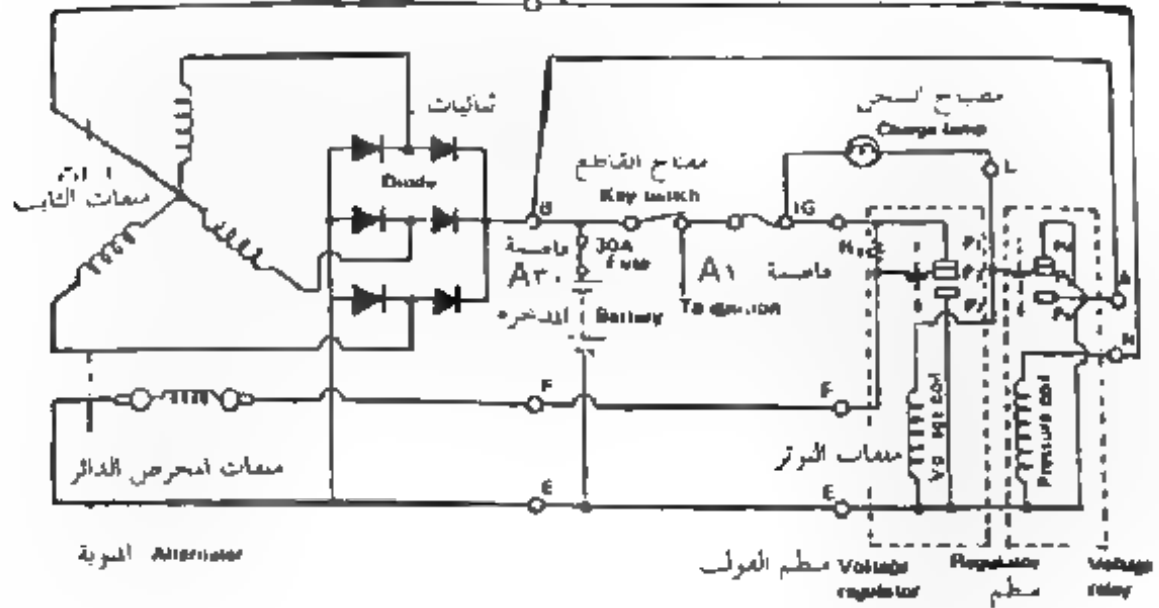
### الدارات الإلكترونية في المنوبات الحديثة وتنظيم عمل المنوبة:

برود المنوبات الحديثة يحدد من الدارات الإلكترونية وهي مرتبطة بالإشارات الواردة من المنوبة مثل التوتر - التردد - الحرارة وتقوم بالتحكم بتيار المحرض لضبط إرتفاع التوتر المنتج أو انخفاضه وخاصة مع تغير الحمل وسرعة المنوبة. كما أنها تتحكم بسرعة المنوبة بطريقة أو بأخرى.

ومن المعلوم أن العوامل المتغيرة في المنوبة هي:

- أ - تيار التحريض: يؤدي إلى التحكم بتوتر المنوبة ضمن حدود معينة.
- ب - سرعة المنوبة: تؤدي زيادة السرعة إلى زيادة التردد وارتفاع التوتر المتولد.
- ج - حمل المنوبة: كلما زاد الحمل الكهربائي تنخفض سرعة المنوبة لزيادة اشحريض العكسي الذي يعمل عمل فرملة وإبطاء للسرعة، وبالتالي ينخفض التردد مما يتطلب زيادة تعذية آلية التحريك بالماء أو البخار أو الوقود ورفع تيار التهيج. وعند انخفاض الحمل بشكل تدريجي أو مفاجيء فيجب أن تتحرك هذه العوامل بسرعة لإعادة المنوبة إلى جهدها وترددها وسرعتها.

## دارة تنظيم المتوبة في السيارة



### استطاعة المتوبة:

تقاس بالفولت أمبير VA أو بالكيلو فولت أمبير KVA

وفي المتوبة الأحادية : استطاعة = التوتر × الشدة

وفي المتوبة الثلاثية : استطاعة =  $\sqrt{3} \times$  التوتر (بين ماري) × لشدة في خط واحد

وتعتبر الموبيات التي استطاعتها حتى (١٠ ك ف أ) موبيات صغيرة الإستطاعة، أما المتوبات الكبيرة فتصل استطاعتها إلى أكثر من (١٠٠ ميجا فولت أمبير MVA) وقد يصل طول محورها إلى (٨ متر) وأكثر.

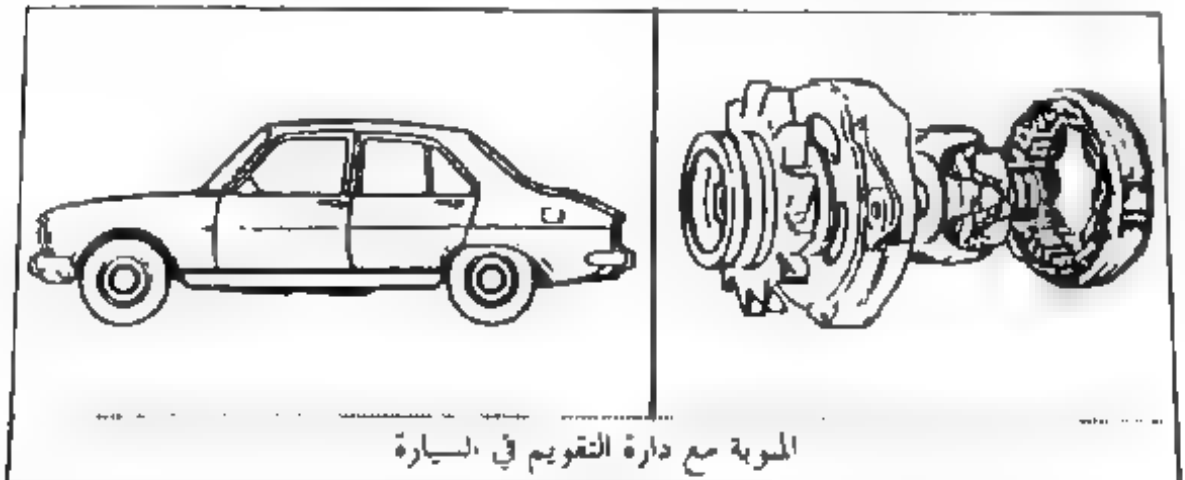
إن التردد المعتمد في أكثر الدول العربية هو (٥٠ هرتز) وكذلك في أوروبا وهو (٦٠ هرتز) في أمريكا ودول أخرى.

وكل موبة قابلة للعكس إذ تصحح محركاً توافقياً يعمل على التيار المتناوب ويتم ذلك إذا غدت أقطابها بالتيار المستمر لتوليد التحريض المغناطيسي ثم تدور بألة تعطىها سرعتها الإسمية، ومن ثم توصل وتغذى بالتيار المتناوب، عند لحظة التوافق والذي يتحقق بوسائل متعددة. تستخدم المصابيح أو جهاز التوافق الإلكتروني وبذلك تدور بسرعة الترامس وتدعى المحركات التزامية (أو التوافقية).

### المنوبة الصغيرة في السيارة:

تستخدم لتأمين سار سحب المدحمة وتشغيل لإضاءة وغيرها عند السير و د .  
قدماً يستخدم المولد الذي يعطي التيار المستمر مباشرة بنوع ( ٦ - ١٢ - ٢٤ف )  
حسب اللزوم، والمنوبة يعطي السار المسدود ويدخل مباشرة إلى شوائبات المنشة على  
حجم المنوبة وعددها عالياً ( ٦ ثنائيات ) لأن سار المنوبة مسح هو تيار ثلاثي المصدر  
يقوم بالشائبات إلى موجب وسالب  
تتألف منوبة الصغيرة من

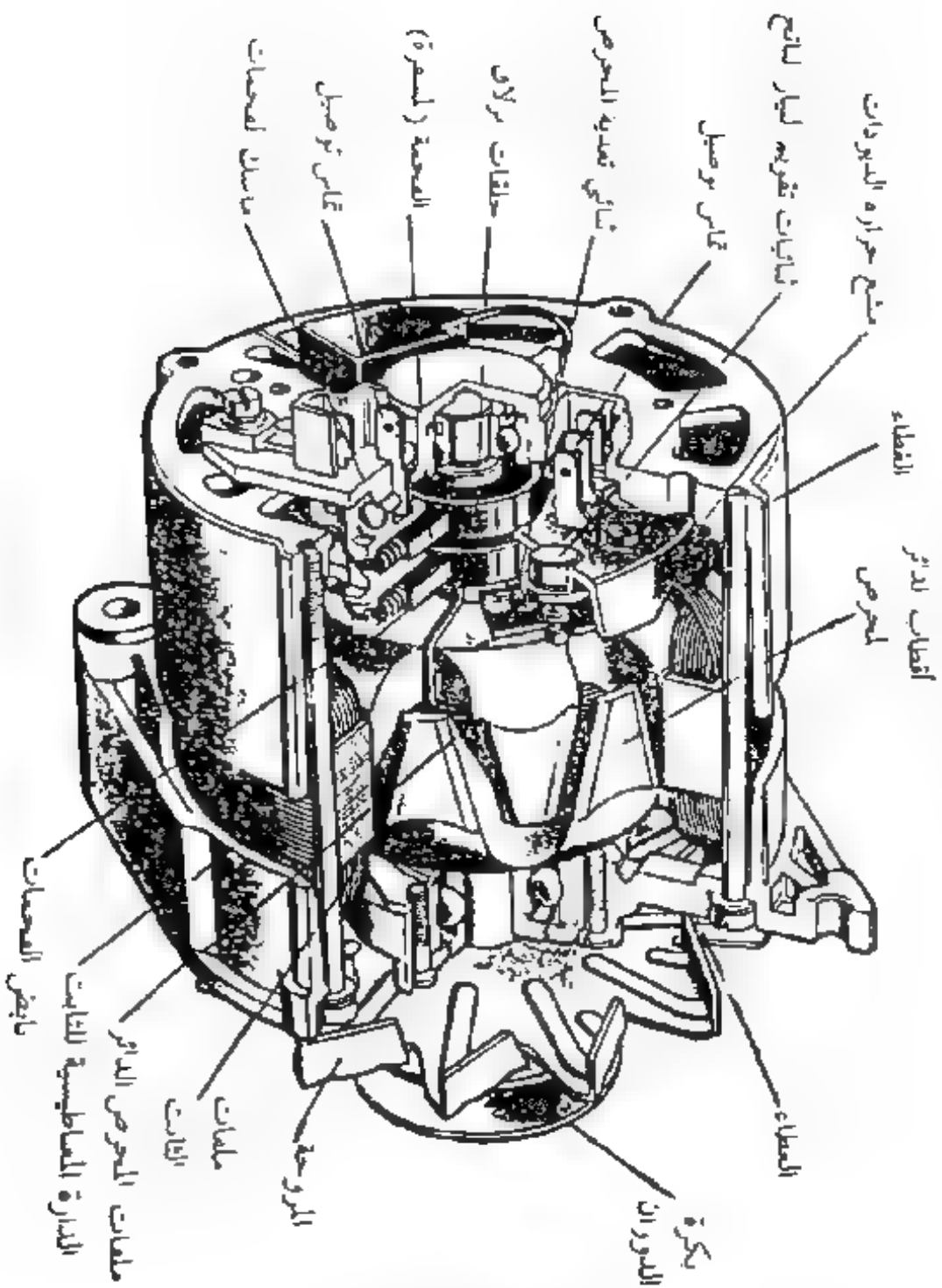
١ - محرض دائري - يتألف من ملف واحد على طرفه الأقطاب مولادية التي تثبت  
تشكل في طرف أقطاباً شمالية وفي الطرف الآخر قطباً جنوبية فدوريتها  
يتوالى مرور القطب الشمالي ثم جنوبي ثم الشمالي وهكذا . وعدد الأقطاب  
( ١٢ ) عالياً يعذى الملف المحرض عن طريق حلقتي إرلاق معروسيه عن  
بعضها وعن المحور وقد تكون إحدى الحفنتين مواريه للمحور والأخرى  
عمودية عليه، ويعذى الملف عن طريق مسهرتين من التيار المتولد والساح بعد  
دائرة التقويم



المنوبة مع دائرة التقويم في السيارة

إن أعطال المنوبة أقل من المولد وكذلك صيانتها حيث تكون أعطال الصمامات  
وحلقات الإنزلاق أقل من أعطال المجمع المتعدد القطع المعرولة عن بعضها  
البعض ومن الخدير بالذكر أن بعض المنوبات الصغيرة لها حلقة إرلاق واحدة  
وعليها مسفرة تعطي أحد حطي التيار والخط الآخر يكون عن طريق الجسم  
المعدني للمنوبة.

## نموذج متحركة حديدية (بورش) في السيارة



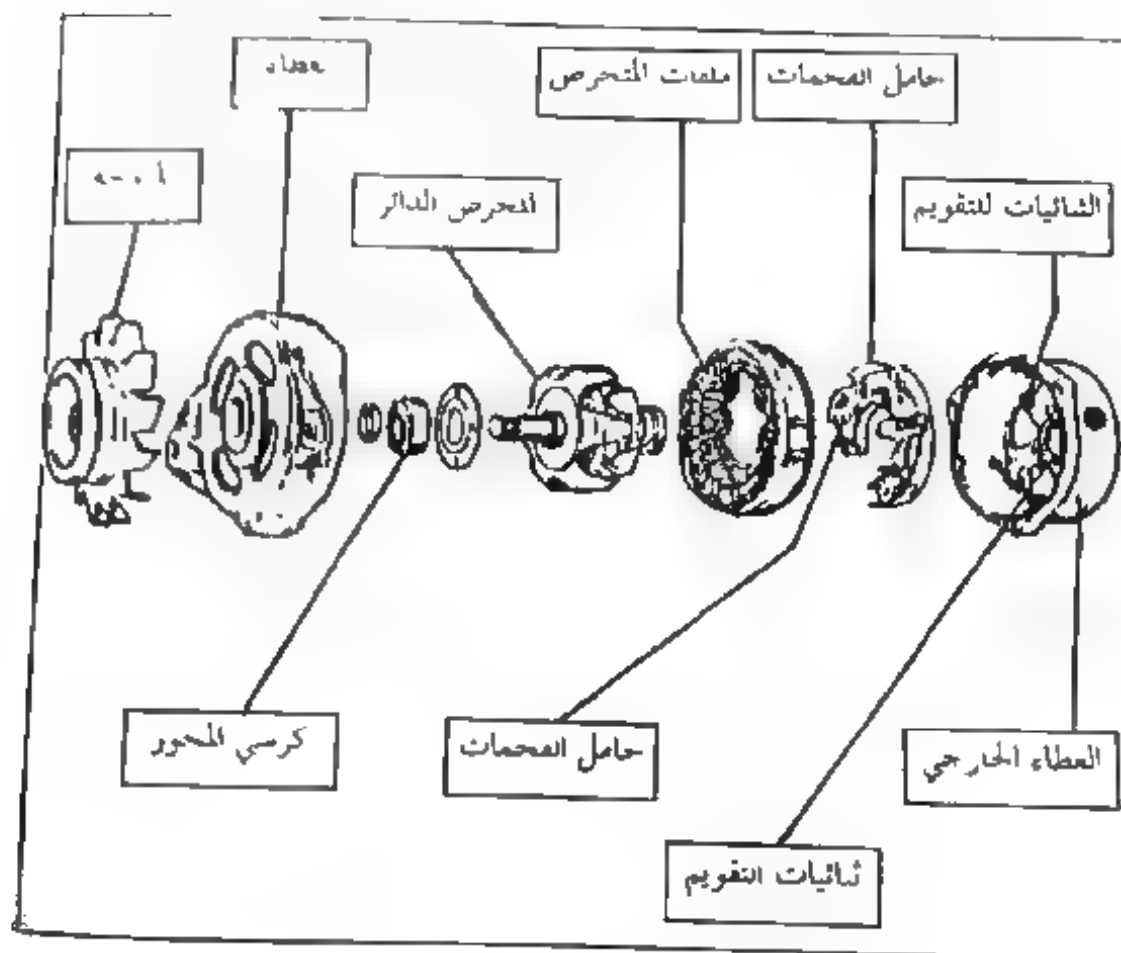
٢ - المتحرص الثابت يكون من صفائح معاطسة دائرية وفي بعض الأحيان  
كمخاريب المحرك العادي، وعددها غالباً (٣٦) ثمرة في كل واحد منها.  
المتحرص على شكل ثلاثي ذو توصيل محمي غامداً

٣ - إعطاء وحامل المسافرين.

٤ - ثنائيات التفرع: المثبتة على العطاء لتحسين التوصل إلى القرار في العمل. (٦ ثنائيات) وقد تحتوي على ثنائيات خاصة لتقويم الأداء، العائد إلى العمل،...

٥ - المروحة والأجزاء المكحلة الأخرى.

٦ - داره التنظيم: تتحكم بشار المحرض لتنظيم انقواب صحن حاء و انقواب صحن مع مع تيار حمل الموبة والشحن

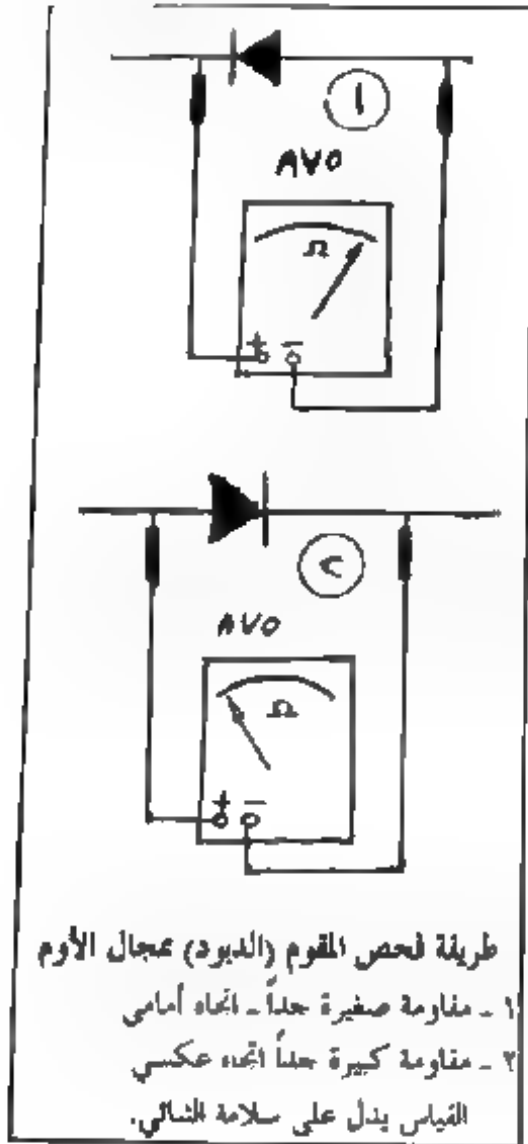


## أجزاء المنوبة

### أعطال الثنوبة الصغيرة:

نشه أعطال الآلات الكهربائية ذات الملفات إذ تتعرض لإقصاع أو ١ - ١٠ ،  
 انبارل أو تلامس مع الجسم المعدني أو حدوث قصر بين ملفات كوابضها ، ١٠ ، ١٠ ،  
 أعطال المحركات والتلامس مع حقتي الانزلاق.  
 وأعطال الثنائيات التي يمكن فحصها بقياس أوم تقوم على أن لثنائي معاومة  
 كبيرة في اتجاه ومقاومة صغيرة جداً في الاتجاه المعاكس  
 ويتم فحص وكشف وإصلاح الأعطال بنفس لطرق المذكورة في محطات  
 المحركات والمولدات..

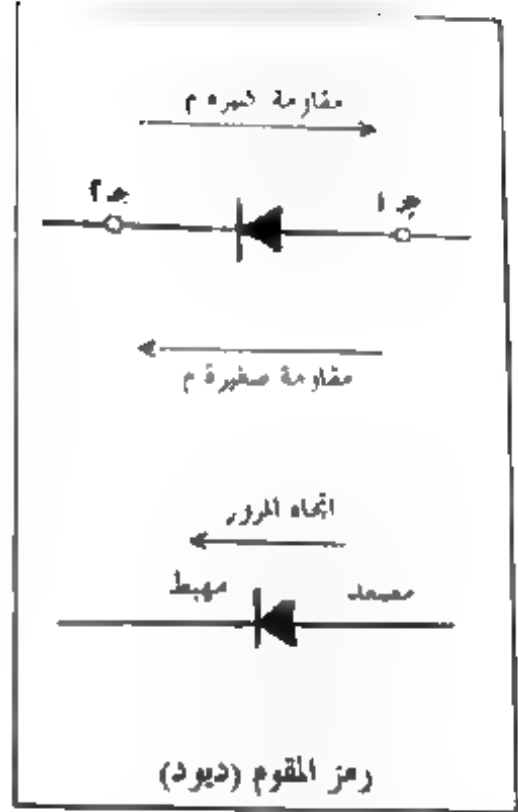
### تقويم التيار المتناوب:



التقويم هي تحويل التيار المتناوب إلى  
 تيار محدد القطبية له طرفان موجب وسالب  
 يشابه التيار المستمر في خواصه واستخدامه.  
 يستخدم الثنائي (الديود) بأنواعه  
 المختلفة في عملية التقويم، وهو من أنصاف  
 النواقل التي تسمح للتيار بالمرور في اتجاه  
 معين وتقوم مروره في الاتجاه المعاكس،  
 أي له مقاومة صغيرة في الاتجاه الأول تدعى  
 (المقاومة الأمامية) ومقاومة كبيرة جداً في  
 الاتجاه المعاكس وتدعى (المقاومة العكسية).  
 وتستخدم أنواع متعددة من الثنائيات  
 فمنها الصمامي القديم ومقومات الأكاسيد  
 المعدنية وغيرها أما الثنائيات الشائعة فهي:  
 - ثنائي الجرمانيوم. - ثنائي السيليكون  
 - ثنائي السيليسيوم. - ثنائي أكسيد النحاس.  
 ولكل ثنائي فوتر أمامي صغير جداً  
 وفوتر عكسي كبير.



يُعلم الثنائي بخط واضح يدل على اتجاه التيار وهو اتجاه المهبط وقد يعلم بنقطة أو غير ذلك. ويقوم لثنائي عند توصيله بالتيار المتناوب بتمرير لتوبة الموجبة ومع التوبة السالبة، ويمكن فحص صلاحية الثنائي بواسطة الأنومتر بحال الأوم كما في الشكل وتختلف الثنائيات عن بعضها بشدة التيار التي تتحملها والتوتر. ويوجد في الأسواق قطعة واحدة تضم ٤ ثنائيات تشكل موجة كاملة يعلم عليها مدخل التيار المتناوب ومخرج التيار المستمر.



### أنواع دارات التقويم:

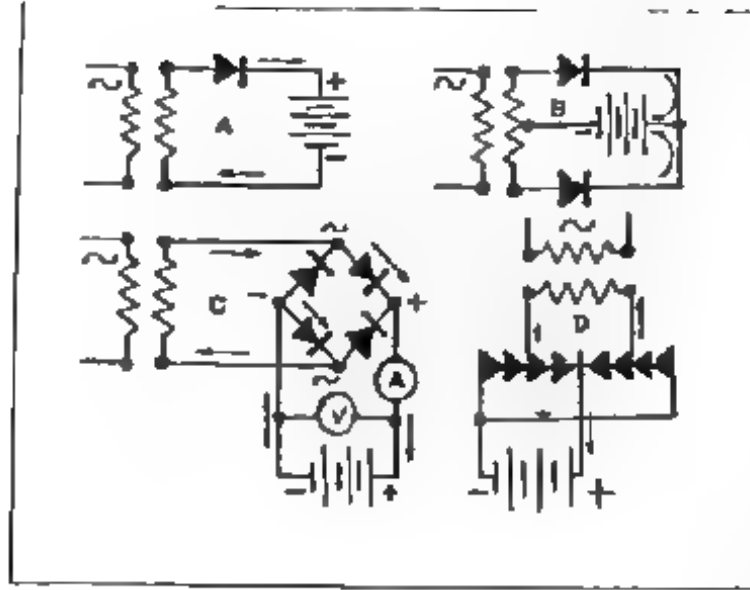
يستخدم المحول غالباً في دارات التقويم وذلك لخفض التوتر المتناوب إلى القيمة المطلوبة ويمكن أن يكون التقويم نصف موجة أو موجة كاملة.

أ - التقويم بنصف موجة: يستخدم ثنائي واحد فقط ويكون التيار المقوم ذو تعرجات كبيرة وذو مردود ضعيف.

ب - التقويم بدارة جسر: يستخدم لذلك أربع ثنائيات بحيث يوصل كل كس صرف من التيار المتناوب إلى ثنائيين متعاكسي الاتجاه، ونحصل على التيار المقوم بخطين موجب وسالب.

ج - التقويم بموجة كاملة: بواسطة محول خفض ذو نقطة وسط ويكفي وجود ثنائيين لتقويم التيار بموجة كاملة كما في دائرة الجسر.

يضاف لدارة التقويم مكثف كيميائي أو مكثف مع مقاومة أو ملف ذو قيمة محددة لترشيح التيار وجعله قريباً من المستمر وقليل التعرجات.

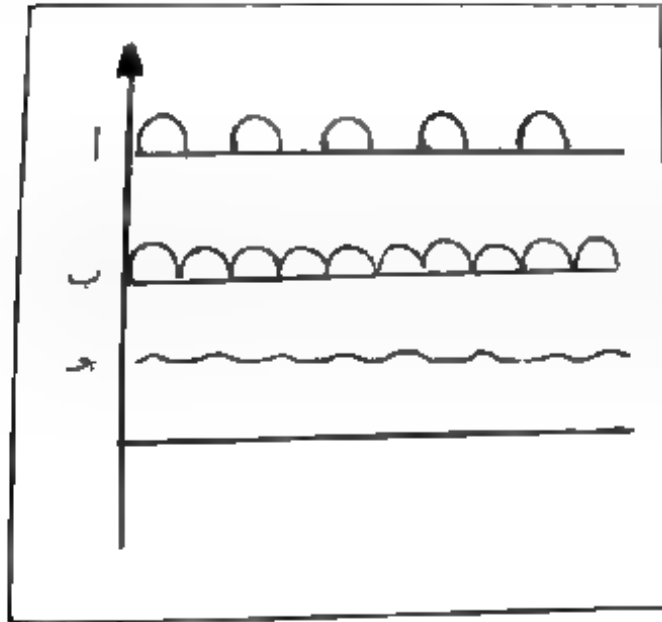


استخدام الثنائيات في ←  
 دارات لتقويم لشحن المدخرات  
 A - دائرة تقويم نصف موجة بعد  
 محول خفض ١٢/٢٢٠ ف.  
 B - دائرة تقويم موجة كاملة  
 مع محول ذو نقطة وسط  
 C - دائرة تقويم موجة كاملة  
 طريقة جسر ب ٤ ثنائيات  
 D - دائرة تقويم جسريه ذات  
 ٨ ثنائيات لاحظ اتجاه  
 التيار في الثنائيات

### استخدام دارات التقويم:

نستخدم في أي جهاز يعمل على التيار المستمر عند تشغيله على شبكة التيار  
 المتناوب وخاصة راديو مسجلة - تلفزيون .. ولا بد من وجود محول خفض داخلي  
 أو خارجي.

كما تستخدم دائرة التقويم في جهاز شحن المدخرات الكبيرة أو الصغيرة وفي  
 دائرة التحكم الكهربائية والإلكترونية ودارات تنظيم توتر الشبكة. ونرود مميزات  
 الآليات بثنائيات مثبتة على جسم الموبة لخفض حرارتها أثناء العمل.

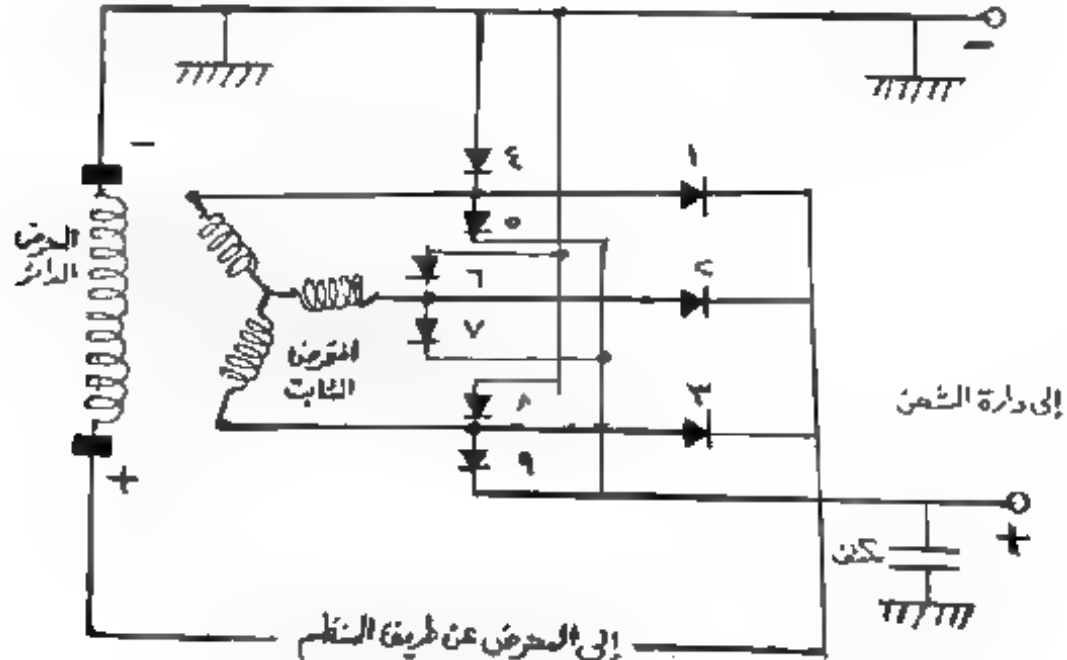
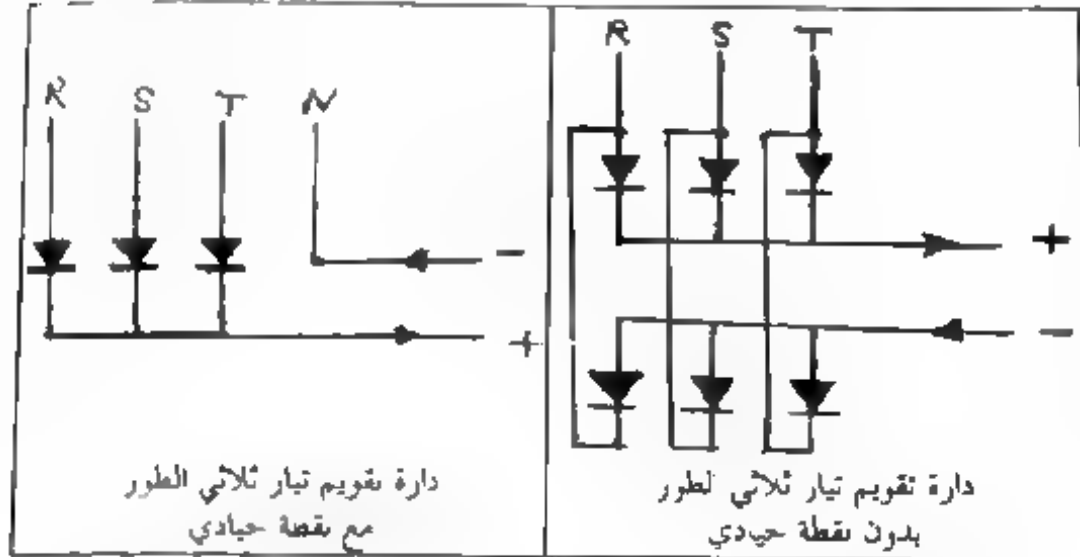


←  
 أ - منحنى التيار بتقويم نصف موجة.  
 ب - منحنى التيار بتقويم موجة كاملة  
 ج - منحنى التيار المقوم جيداً مع دائرة  
 ترشيح.

## تقويم التيار الثلاثي الطور:

يمكن تقويم التيار الثلاثي الطور بعد خفضه إلى التوتر المعلوم به نقطة تعادل  
ثلاثي توصيله  $Y/\Delta$  أو  $Y/Y$  وقد يستخدم حط الجهادي (التيار)  
الاستعاء عنه كما في المخطط

يستخدم التقويم الثلاثي لتغذية دارات شحن المدخرات، وفي تغذية محركات  
الثلاثية وفي منوبة السيارة المستخدمة بدل مولد التيار المستمر كما هو موضح في المخطط



١ - ٢ - ٣ ثنائيات تقويم لتغذية المحرك.  
٤ - ٥ - ٦ - ٧ - ٨ - ٩ ثنائيات تقويم لتغذية المدخرة وأجهزة السيارة  
مخطط ملفات ودائرة التقويم لمنوبة السيارة

# الفصل العاشر

## إعادة لف محرك على مواصفات جديدة

يطلب الأمر أحياناً أن يعبر في بعض مواصفات المحرك ويتحقق ذلك بتغيير ملفات المحرك وتشمل ما يلي:

١ - تغيير التوتر الاسمي مع بقاء الاستطاعة ثابتة.

٢ - تغيير استطاعة المحرك مع بقاء توتره الاسمي ثابتاً.

٣ - تغيير الاستطاعة والتوتر معاً.

وهذه التعديلات تعد غالباً مع بقاء بعض مواصفات المحرك ثابتة مثل التردد وعدد الأقطاب وطريقة التوصيل الداخلي للملفات سواء كانت على السلسل أو المبرع.

ويجب أن يذكر أن المحرك الصالح للعمل بفصل ترويضه بمحول خاص إذا كان توتره الاسمي لا ينطبق مع موتر الشبكة. ومن المعلوم أن كثيراً من المحركات الأحادية تعمل على توترين ١١٠/٢٢٠ ف تغيير توصيل اللوحة الخارجية فقط والمحركات الثلاثية تعمل على توترين ٢٢٠/٣٨٠ ف حسب طريقة التوصيل مثلثي أو نجمي.

### ١ - تغيير التوتر مع ثبات الاستطاعة.

يعتمد تغيير مواصفات المحرك على المبادئ التالية:

إن الجهد الذي يتحمله الملف يتناسب طردياً مع عدد لفاته، فإذا أردنا رفع الجهد على ملف فيجب زيادة عدد لفاته فيما إذا كانت بقية المواصفات ثابتة، وإذا أردنا أن تكون الاستطاعة ثابتة فإن شدة التيار تتناسب عكساً مع التوتر. ويجب أن يكون مقطع وقطر سلك الملف متناسباً مع شدة التيار المارة فيه ويمكن استخدام العلاقات التالية لتغيير التوتر:

٢ - عدد سمات على التوتر الجديد - عدد الملفات على التوتر القديم  $\times \frac{\text{التوتر الجديد}}{\text{التوتر القديم}}$

$$N_c = N_o \times \frac{F_o}{F_c}$$

ب - قطر السلك على التوتر الحديد = القطر القديم  $\times \sqrt{\frac{\text{القوت القديم}}{\text{القوت الجديد}}}$

$$F_c = F_o \times \sqrt{\frac{F_o}{F_c}}$$

## ٢ - تغيير الاستطاعة مع ثبات التوتر:

لا يمكن زيادة استطاعة المحرك إلا بحدود ضئيلة لا تتجاوز ١٠٪ وخاصة المحركات الكبيرة والقديمة. وزيادة الاستطاعة تترافق مع زيادة في شدة التيار وبالتالي زيادة في قطر الناقل وتقليل في عدد النواقل في المحرى وتستخدم العلاقات التالية:

أ - عدد النواقل الحديد في المحرى = العدد القديم  $\times \frac{\text{عق القديمة}}{\text{عق الجديدة}}$

ب - قطر السلك الجديد = القطر القديم  $\times \sqrt{\frac{\text{عق الحديد}}{\text{عق القديمة}}}$

## ٣ - تغيير الاستطاعة والتوتر معاً:

نقوم بحساب عدد وقطر الأسلاك على التوتر الجديد ثم على الاستطاعة الجديدة بنفس العلاقات السابقة.

## ٤ - تغيير سرعة المحرك (عدد الأقطاب):

من المعلوم أن سرعة المحرك =  $\frac{\text{التردد} \times ١٢٠}{\text{عدد الأقطاب}}$  أي تتناسب السرعة عكسياً مع عدد الأقطاب وعند الحاجة إلى تغيير سرعة المحرك. يجب تغيير مخطط اللف كلياً أي الخطوة القطبية وعدد المجموعات وعدد الملفات وقطر السلك.

أما عدد اللفات الجديد فيتناسب عكساً مع السرعة.  
ومقطع الناقل الجديد يتناسب تناسباً عردياً مع السرعة  
حسب العلاقات التالية.

$$\text{عدد اللفات الجديد} = \text{عدد اللفات القديم} \times \frac{\text{السرعة القديمة}}{\text{السرعة الجديدة}}$$

$$\text{مقطع الناقل الجديد} = \text{مقطع الناقل القديم} \times \frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة القديمة}}$$

$$\text{أو } n_j = n_o \times \frac{\text{سر } o}{\text{سر } j}$$

$$\text{أو } e_j = e_o \times \frac{\text{سر } o}{\text{سر } j} \quad \text{أو القطر الجديد} = \frac{\text{القطر القديم}}{\sqrt{\frac{\text{سر } o}{\text{سر } j}}}$$

$$\text{أو } q_j = q_o \times \sqrt{\frac{\text{سر } o}{\text{سر } j}}$$



## الحساب المبسط لعدد اللفات في محرك تحريضي

إن حساب عدد لفات المحرك الكهربائي المستخدم في الآلات الصناعية والمرلية مثل محرك غسالة - مضخة - آلة صناعية. يتطلب دراسة خاصة ييسر من اختصاص عامل النف ولكنه عمل مهندس التصميم وقد نحتاج إلى ذلك عند وجود محرك دون ملفات أو عند إعادة اللف على مواصفات جديدة. وإن وجود معلومات لوحة المحرك ذو فائدة مهمة وكبيرة في الحصول على المعلومات المجهولة، وخاصة عدد اللفات وقطر السلك بالإضافة إلى المعلومات التي نحصل عليها من هيكل المحرك مثل عدد لحاري وطولها وقطر الداخلي...

### حساب عدد النواقل التسلسلية في المجرى:

إن العوامل المؤثرة في حساب عدد النواقل التسلسلية في المجرى متعددة وهي

- ١ - نوع المحرك أحادي أو ثلاثي.
- ٢ - التوتر المطبق على ملفات المحرك.
- ٣ - التردد في الشبكة بالهرتز أو السيكل (ذبذبة / ثانية).
- ٤ - عدد أقطاب المحرك وسرعته.
- ٥ - عدد محاري المحرك.
- ٦ - طول المجرى.
- ٧ - قطر العضو الدائر.
- ٨ - عامل اللف.
- ٩ - التحريض المغناطيسي في الدارة المغناطيسية وجودة صفائح حديد المحرك والعلاقات التي نستفيد منها في حساب عدد النواقل هي:

$$\Phi = \frac{E_1}{4,44 \times f \times n_1 \times k_1} \quad \text{العلاقة (١)}$$

$$\Phi = a \times c \times L \times B \quad \text{العلاقة (٢)}$$

حيث:  $\Phi$  = السيالة المغناطيسية في قطب واحد بالوير

$a$  = عامل إملاء المحاري وهو (٠,٧) للأسلاك المعزولة.

c = الخطوة القطبية وهي  $(\frac{\pi \times D}{2 p})$  بالمتر

B = التحريض في الحديد بالتسلا.

k<sub>1</sub> = عامل اللف.

4,44 = عدد ثابت مستخرج من التوتر الفعال في اللعة.

f = تردد تيار الشبكة - سيكل - هرتز - د/ثا.

n<sub>1</sub> = عدد البقات التسلسلية لطور واحد.

L = طول المجرى بالمتر.

ومن المعروف أن التوتر الفعال لنقل واحد هي (E<sub>eff</sub>) وتسوي:

$$E_{eff} = \frac{\pi}{2} \times n \times p \times \Phi = 2,22 n p \Phi$$

حيث: n = عدد الدورات في الثانية .

p = عدد أزواج الأقطاب.

Φ = التحريض من قطب واحد بالويبر.

ومن العلاقتين (1) و (2) نحصل على:

$$n_1 = \frac{E_1}{4,44 \times f \times k_1 \times a \times c \times L \times B}$$

حيث: E<sub>1</sub> = القوة المحركة التحريضية في طور واحد بدون حمل بالقوت الفعال

$$n_2 = \frac{2n_1 \times m}{N}$$

ومن استبدال c (الخطوة القطبية) و n<sub>1</sub> من القيم الناتجة سابقاً يكون عدد

النواقل التسلسلية في المجرى n<sub>2</sub>.

$$n_2 = \frac{m}{3,487 \times f \times k_1 \times a \times B} \times \frac{E_1 \times P}{D \times L \times N} \quad (3) \text{ العلاقة}$$

حيث: P = عدد أزواج الأقطاب

m = عدد العازات

D = القطر الداخلي للعضو الثابت بالمتر

N = عدد المجاري الكلية لثابت.



وإذا استبدلنا القسم الأول من العلاقة (3) بالرمز K الذي يساوي

$$K = \frac{m}{3,487 \times f \times k_1 \times B \times B}$$

نحصل على العلاقة بالشكل التالي

$$n_2 = k \frac{E_1 \times P}{D \times L \times N} \text{ وهو عدد النواقل التسلسلية في المجرى}$$

### تطبيق العلاقة في محرك ثلاثي الطور:

إن تردد هو ٥٠ هرتز وعامل اللف غالباً هو ٠,٩٦ والكثافة المعاطسية في المحركات حوالي (٠,٥ تسلا) = (٥٠٠٠ غوص) في المحركات الصغيرة و (٠,٦ تسلا) = (٦٠٠٠ غوص) للمحركات الكبيرة.

سننتج أن  $K = ٠,٠٤٨٥$  في التحريض ٠,٥ تسلا

$K = ٠,٠٤٢٤$  في التحريض ٠,٦ تسلا

مع العلم أن  $U_1$  = التوتر بالمولت لكل فاز (المولت لفعال توصيل مثني)

$E_1$  = القوة المحركة الكهربائية للفاز على الفراغ بفولت المفعال

$E_1 = ٠,٩٥ U_1$  في المحركات الصغيرة

$E_1 = ٠,٩٩٥ U_1$  في المحركات الكبيرة أكثر من ١٢٥ ك واط

### العلاقة النهائية لاستخراج عدد النواقل التسلسلية في المجرى

#### للمحركات الثلاثية:

للمحركات حتى ٤ ك واط  $n_2 = ٠,٠٤٨٥ \times \frac{U_1 \times P}{D \times L \times N}$  ناقل في المجرى

للمحركات من ٥ - ٢٥ ك واط  $n_2 = ٠,٠٤٨٥ - ٠,٠٤٥٥ \times \frac{U_1 \times P}{D \times L \times N}$  ناقل في المجرى

للمحركات من ٢٦ - ١٥٠ ك واط  $n_2 = ٠,٠٤٥٥ - ٠,٠٤٢٤ \times \frac{U_1 \times P}{D \times L \times N}$  ناقل في المجرى

حيث  $U_1$  = التوتر على طرفي ملفات الفاز (توصيل مثني).

$P$  = عدد أرواح الأقطاب.  $D$  = القطر الداخلي للثابت (م)

$L$  = طول المجرى الفعال (م).  $N$  = عدد المجاري.

### العلاقة في المحركات الأحادية:

باعتبار التردد في الشبكة ٥٠ هرتز -  $f$  وعامل اللف  $k_1 = ٠,٨٣١$  حيث

تحمل ملفات التشغيل الرئيسية  $\frac{2}{3}$  عدد المجاري. عدد المازات  $m = ١$

$$\text{وبفرض } B = ٠,٥ \text{ تسلا يكون } K = \frac{1 \times 0,95 \times 15}{3,487 \times 50 \times 0,831 \times 0,7 \times (1,5)} = 0,028$$

وبفرض  $B = ٠,٦$  تسلا يكون  $K = 0,0246$

وتصبح العلاقة الهائية لإستخراج عدد النواقل التسلسلية في المجرى:

$$\text{لمحركات حتى } ٤ \text{ ك واط } = \frac{U_1 \times P}{D \times L \times N} \times n_2 = ٠,٠٢٨ \times n_2 \text{ ناقل في المجرى}$$

$$\text{لمحركات من } ٥ - ٢٥ \text{ ك واط } = \frac{U_1 \times P}{D \times L \times N} \times n_2 = ٠,٠٢٨ - ٠,٠٢٦٥$$

$$\text{للمحركات من } ٢٦ - ١٥٠ \text{ ك واط } = \frac{U_1 \times P}{D \times L \times N} \times n_2 = ٠,٠٢٤٦ - ٠,٠٢٦٥$$

أما عدد نواقل الإقلاع للمحرك الأحادي فهي بشكل عام تساوي ضعف عدد النواقل التسلسلية في المجرى للتشغيل.

### حساب مقطع الناقل:

بعد حساب عدد النواقل التسلسلية في المجرى (إذا كان اللف بسلكين أو

$$\text{أكثر معاً) فإن عدد النواقل التسلسلية} = \frac{\text{عدد النواقل الكمية في المجرى}}{\text{عدد أسلاك اللف}}$$

ولحساب مقطع الناقل يجب الاعتماد على المعلومات التالية:

١ - شدة التيار المدة في النواقل في كل فار في التوصيل المثلي، وهي مسجلة على لوحة المحرك.

٢ - كثافة التيار في النواقل وتناسب مع درجة الحرارة والتهوية وعامل إملاء النواقل في المجاري ويمكن اعتبارها حوالي (٤ - ٥ A/مم<sup>٢</sup>).

$$\text{ومنه يكون مقطع الناقل (مم}^2\text{)} = \frac{\text{شدة التيار في ملفات الطور (A)}}{\text{كثافة التيار (A/مم}^2\text{)}}$$

$$\sqrt{\frac{\text{المقطع}}{3.14}} \times 2 \text{ أو } \sqrt{\frac{\text{المقطع}}{3.14}}$$

ويمكن استعراضه من الجداول

(١) ملاحظة: إذا كان التردد مختلف عن ٥٠ هرتز

فنعدل العدد الثابت K بحيث يساوي = العدد K على ٥٠ هرتز  $\frac{50}{\text{التردد الجديد}}$

$$\boxed{K = K \times \frac{50}{f}} \text{ أي } K \text{ الجديد}$$

(٢) إذا كان التحريض المغناطيسي في صماتح المحرك مختلف عن (0.5 تسلا) أو (0.6 تسلا) فنعدل العدد الثابت K بحيث يساوي:

$$K = \text{بقيمة } 0.5 \text{ تسلا} \times \frac{0.5}{\text{التحريض الجديد}}$$

وخاصة في المحركات الحديثة ذات الحديد المغناطيسي الحيد

(٣) عند تغيير سرعة المحرك يتطلب ذلك تغيير عدد أقطابه ونحدد أن

عدد اللفات عند السرعة الجديدة = عدد اللفات للسرعة القديمة  $\times \frac{\text{السرعة القديمة}}{\text{السرعة الجديدة}}$

$$\boxed{N_j = N_q \times \frac{\text{سر ق}}{\text{سر ج}}}$$

أما المقطع عند السرعة الجديدة = المقطع للسرعة القديمة  $\times \frac{\text{السرعة الجديدة}}{\text{السرعة القديمة}}$

$$\boxed{A_j = A_q \times \frac{\text{سر ج}}{\text{سر ق}}}$$

أي عند زيادة السرعة بنسبة معينة يقل عدد اللفات بينما يزداد مقطع الناقل بنفس النسبة.



# الفصل الحادي عشر

## مخططات لف المحركات

عد إعادة لف محرك ما يفصل دائماً الإعتماد على المعلومات الأصلية للمحرك وذلك قبل نزع ملعاته، وقد مر معنا سابقاً المعلومات التي يجب تسجيلها وكذلك طريقة رسم المخطط الانفرادي أو الدائري لمعات المحرك

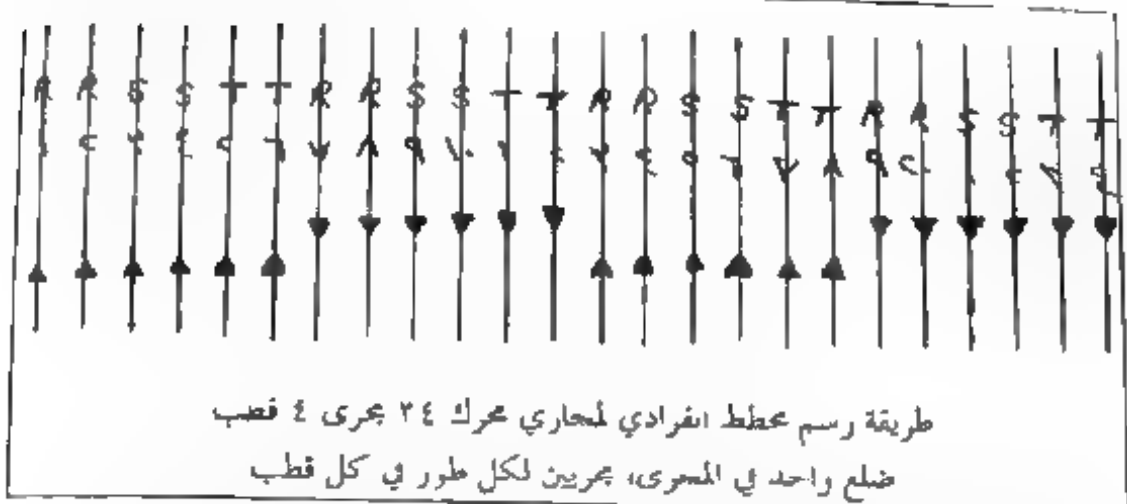
### طريقة رسم المخطط الإنفرادي لمحرك ثلاثي الطور:

١ - برسم أولاً خطوط متساوية ومتوازية بعدد مجاري المحرك ثم نرفمها من اليسار إلى اليمين.

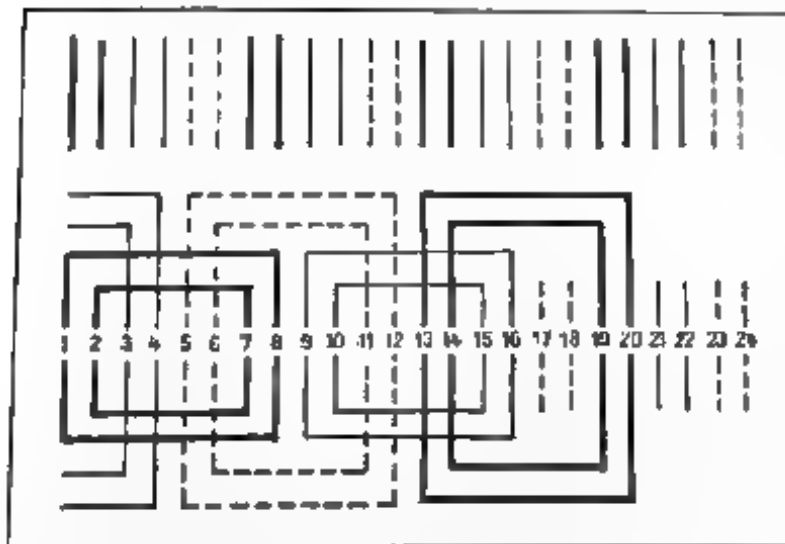
٢ - نحسب الخطوة القطبية والتي تساوي عدد المجاري مقسماً على عدد الأقطاب ونضع أسهماً باتجاه الأعلى للقطب الشمالي وأسهماً باتجاه الأسفل للقطب الجنوبي.

٣ - نقسم مجاري كل قطب على عدد العازات أي (٣) ونعلم مجرى كل فاز بحرف مميز مثل T - S - R أو C - B - A وعدد المجاري المتجاورة لكل فاز يمثل عدد ملعات المجموعة ويفضل استخدام ثلاثة ألوان لكل فاز لون أو رسم فاز بخط مستمر وفاز آخر بخط مقطع وآخر منقطع.

- نرسم أول مجموعة إبتداء من أول خط شمالي إلى آخر خط بالقطب الجنوبي الذي يليه مباشرة والملف الذي بعده يبدأ في المجرى الثاني شمالي والمجرى الجنوبي الذي يسبق المجرى الجنوبي الأول وهكذا إذا كان الملف بمجموعات متداخلة. أما المجموعة المتتالية وهي المتساوية مع بعضها البعض فتبدأ المجموعة الأولى بملف أوله في أول قطب شمالي وآخره بأول قطب جنوبي والملف الآخر من ثاني مجرى شمالي حتى ثاني مجرى جنوبي وهكذا.



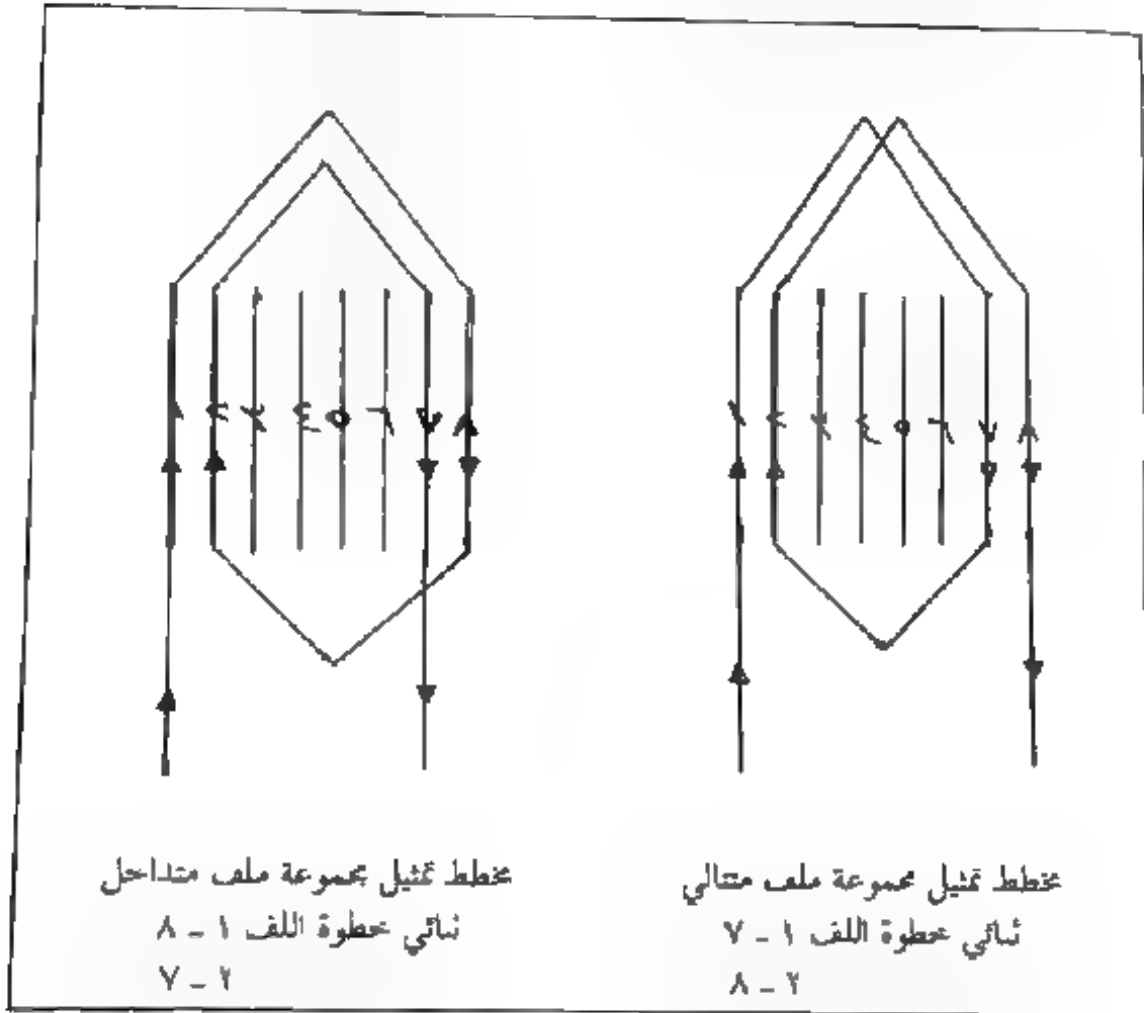
- ٥ - تتم المجموعات الأخرى من أول لقطب الشمالي الثاني إلى آخر القطب الجنوبي الثاني وهكذا، إذا كان اللف متداخل وإد كان اللف متتالي فبدأ من أول القطب الشمالي الثاني وحتى بداية القطب الجنوبي الثاني.
- ٦ - نوصّل بين المجموعات بحيث يكون اتجاه الأسهم الذي يدل على اتجاه التيار متوافقاً من بداية دخول التيار وحتى آخر نقطة التي تمثل نهاية الفار الأول وتعطى للنهايات الرموز  $\bar{R} - \bar{S} - \bar{T}$  أو  $\bar{A} - \bar{B} - \bar{C}$  وقد تعطى للنهايات  $E_1 - E_2 - E_3$  وللنهايات  $S_1 - S_2 - S_3$  (رموز فرسية).



طريقة من طرق تمثيل عخطط  
انفرادي لمغناطيس محرك ٢٤  
بحري نوع مغناطيس متداخلة  
ضلع واحد في المحرى.  
اختلاف سماكة الخط للتمييز  
بين الفارات وخط متقطع  
للفار الثالث

- ٧ - تبدأ بداية الفار الثاني حسب خطوة تقدم الطور والتي تساوي (الخطوة القطبية  $\times \frac{2}{3}$ )
- ٨ - نلاحظ أن أحد الفارات اتجاه تياره معكوس الأسهم منذ بدايته وحتى نهايته وهذا صحيح وضروري لإتمام الدارة. لأنه في أي لحظة يكون أحد الفارات تياره معاكس للفارين الآخرين.

- ٩ - توصل البدايات T - S - R إلى أطراف لوحة الوصل وعلى صف واحد يساراً  
توصل النهايات إلى الصف الآخر بحيث لا تتقابل كل بداية مع نهايتها.
- ١٠ - إن عدد المجموعات في المحرك الثلاثي = عدد الأقطاب  $\times \frac{2}{3}$



مثال: ارسم مخطط محرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠ د/د لف متداخل  
٥٠ هرتر بمجموعات كل طور على التسلسل توصيل اللوحة نجمي Y  
٣٨٠ ف.

#### حساب خطوات اللف:

- ١ - الخطوة القطبية (عدد المجاري لكل قطب) =  $\frac{\text{عدد المجاري الكلية}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{24}{4} = 6$  مجرى
- ٢ - عدد مجاري الطور في كل قطب =  $\frac{\text{الخطوة القطبية}}{\text{عدد العازات}} = \frac{6}{3} = 2$  مجرى

٣ - خطوة اللف من داخل (٨ - ١) متتالي (٧ - ١)  
٨ - ٢

٤ - خطوة تقدم الطور = الخطوة القطبية  $\times \frac{2}{3} = \frac{2}{3} \times 6 = 4$  بحري  
أي بداية الطور الثاني تبدأ بعد ٤ بحري من بداية الطور الأول وبداية الطور  
الثالث تبدأ بعد ٤ بحري من بداية الطور الثاني أو بعد ٨ بحري من بداية الأول  
أي البدايات R في المجري رقم ١

T في المجري رقم ١ + ٤ = ٥

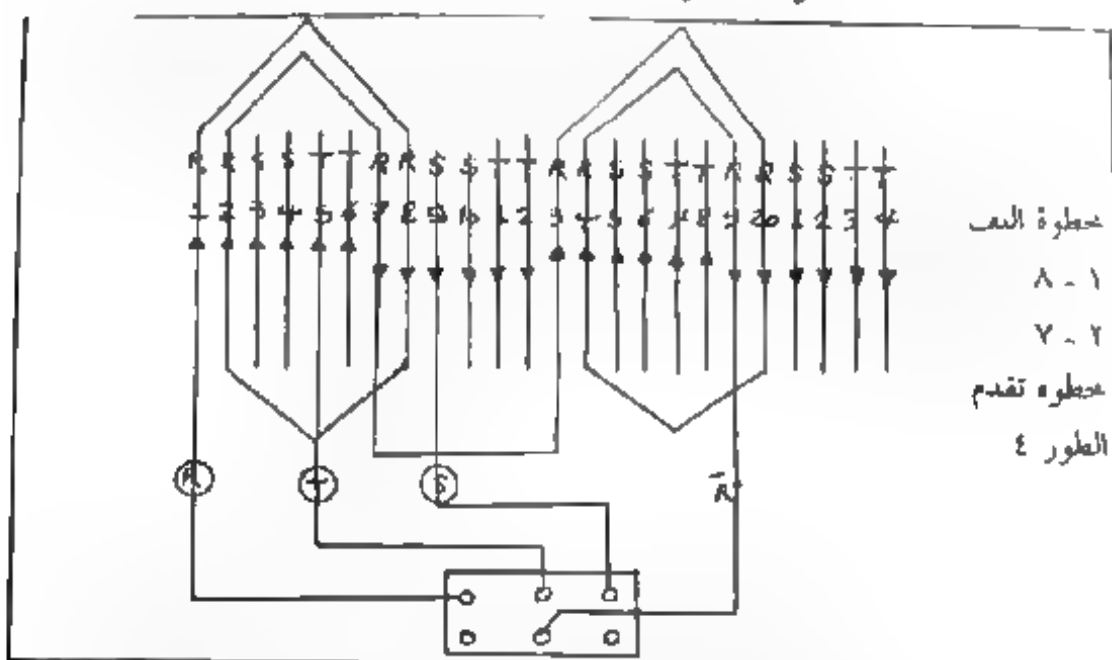
S في المجري رقم ٥ + ٤ = ٩

٥ - عدد المجموعات الكلية =  $4 \times \frac{2}{3} = 6$  مجموعة

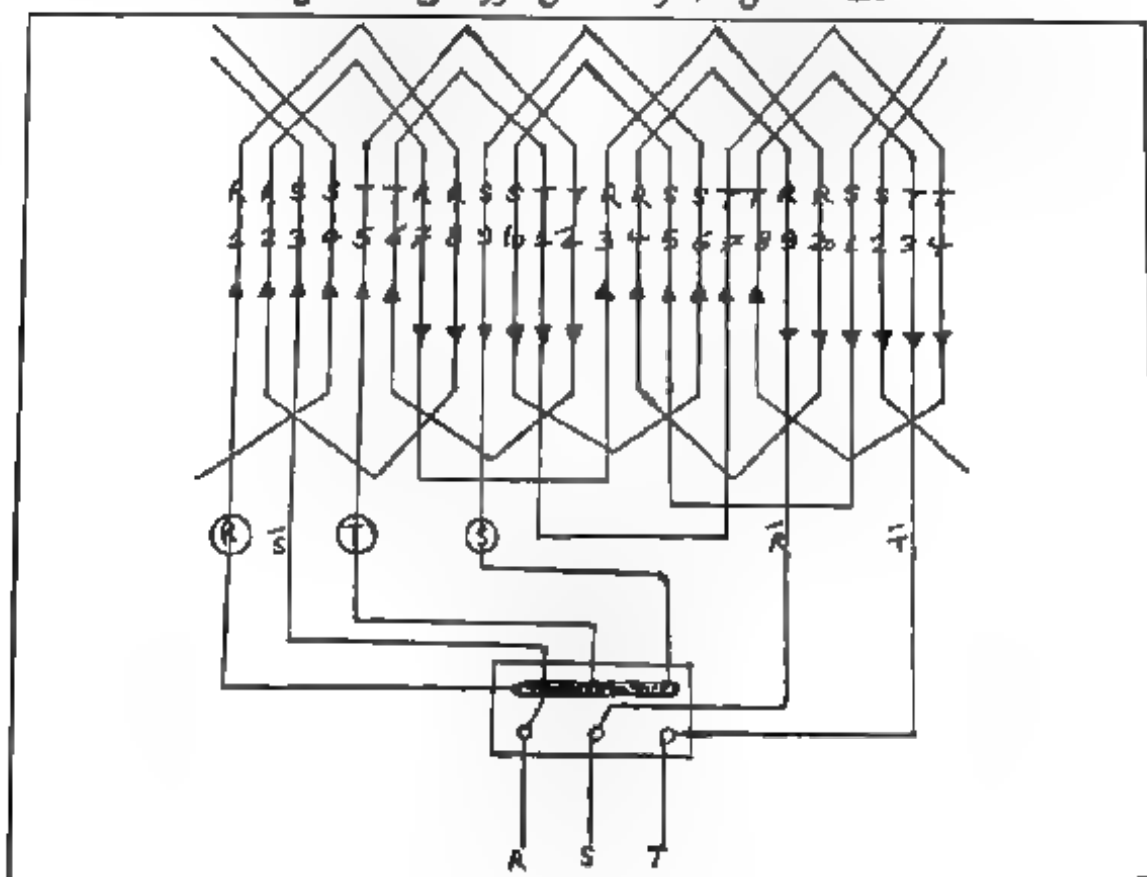
عدد المجموعات لكل طور  $\frac{7}{3} = 2$  مجموعة

٦ - التوصيل كما يظهر في المخطط نهاية المجموعة مع بداية المجموعة المقابلة أو  
بهاية المجموعة رقم ١ مع بداية المجموعة رقم ٤ بالترتيب لأن المجموعة ٢  
للطور الثاني والمجموعة ٣ للطور الثالث.

مخطط محرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠ دورة لف متداخل مخطط لسريل طور واحد مجموعتين متقابلتين على التسلسل



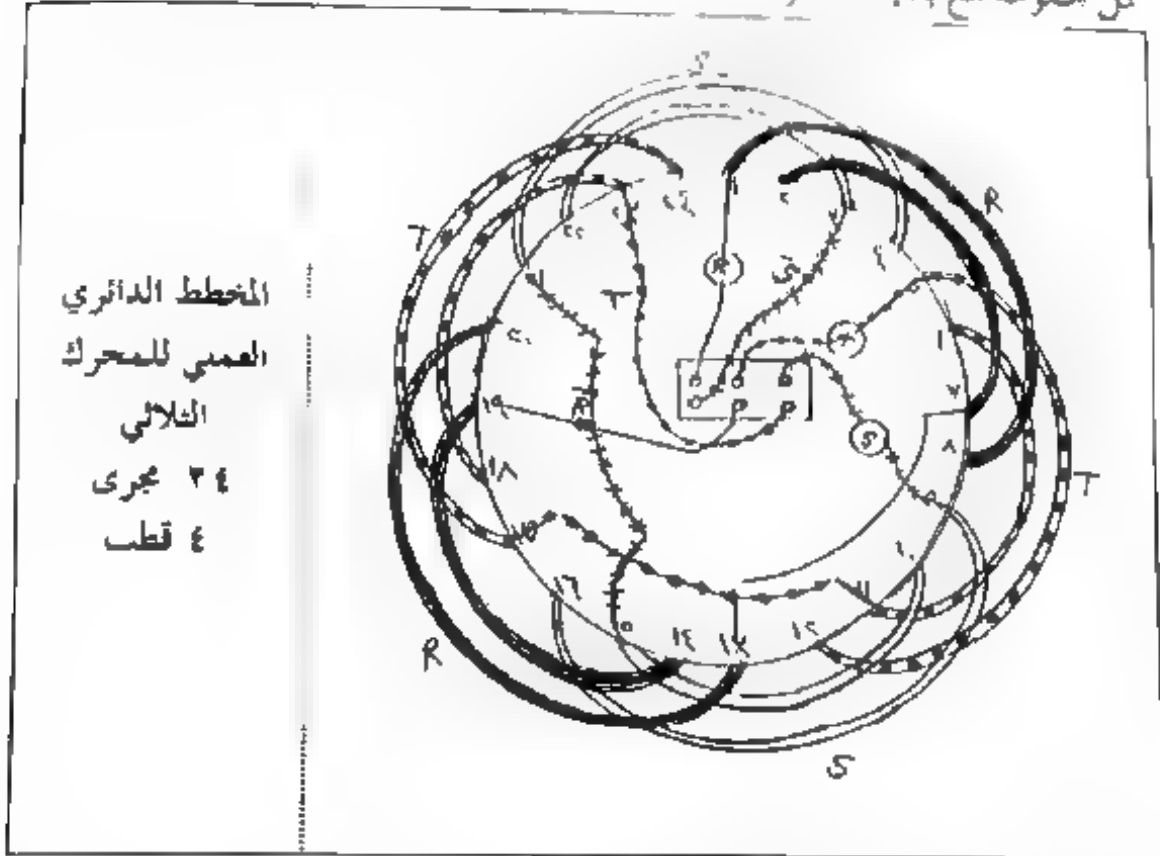
المخطط الكامل للمحرك الثلاثي ٢٤ مجرى ٤ قطب السابق توصيل اللوحة نجمي ٣٨٠ ف لف متداخل - مجموعات كل طور على التسلسل





### المخطط الدائري العملي

طريقه رسم المخطط الرقمى للمحرك الثلاثي ٢٤ مجرى - ٤ قطب (١٥٠٠/د)  
السايق بعد متداخل بمجموعات الطور على التسلسل اخطوة (١ - ٨) التوصيل نهاية  
كل مجموعة مع بداية المجموعة المقابلة.



يظهر في المخطط كل طور بخط مميز.

ابدايات RST يمكن تسميتها UVW النهايات  $\overline{RST}$  يمكن تسميتها XYZ  
والشكل يظهر أطراف المجموعات والملفات الخارجية بينما هي تتم في داخل المحرك.

المخطط الرقمي للمحرك الثلاثي: ٢٤ مجرى ٤ قطب كما هو في الشكل السابق

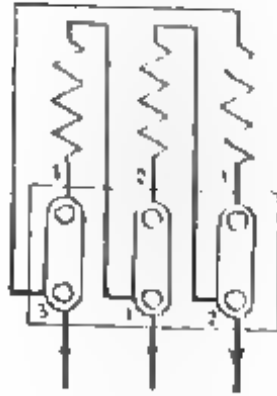
R ١ - ٨ - ٢ - ٧ وصلة ١٣ - ٢٠ - ١٤ - ١٩  $\overline{R}$

البدايات T ٥ - ١٢ - ٦ - ١١ وصلة ١٧ - ٢٤ - ١٨ - ٢٣  $\overline{T}$  النهايات

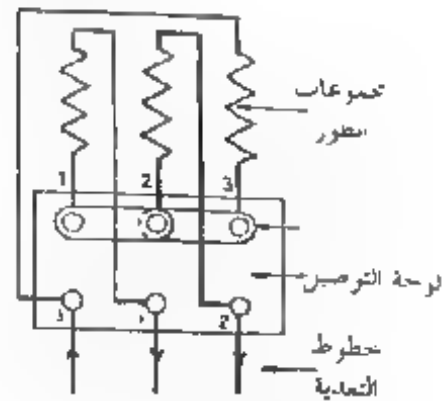
S ٩ - ١٦ - ١٠ - ١٥ وصلة ٢١ - ٤ - ٢٢ - ٣  $\overline{S}$

إن خطوة تقدم الطور هي (٤) أي بداية كل فاز تتقدم عن العاز الذي قبله بمقدار  
٤ مجرى أي البدايات في ١ - ٥ - ٩.

ويمكن تنفيذ خروج بدايات الأطوار من ١ - ٩ - ١٧ دون أي تغيير في عمل المحرك.

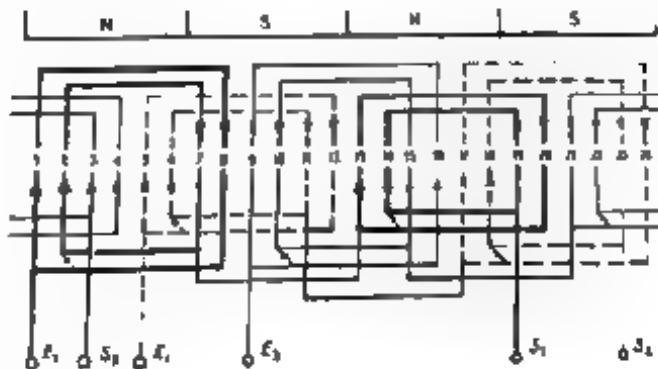
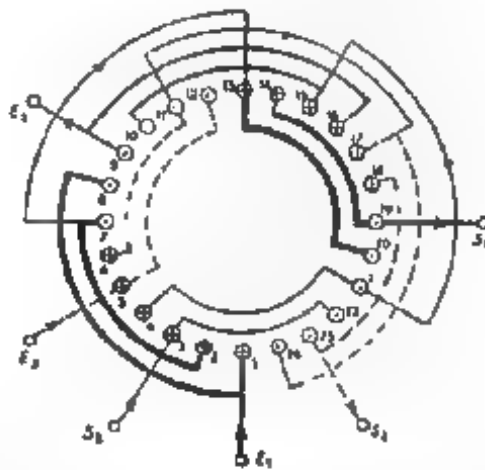


توصيل مثلثي  $\Delta$  أو دلتا  $D$   
توتر أصعب وشدة أكبر  
مثال  
220 V

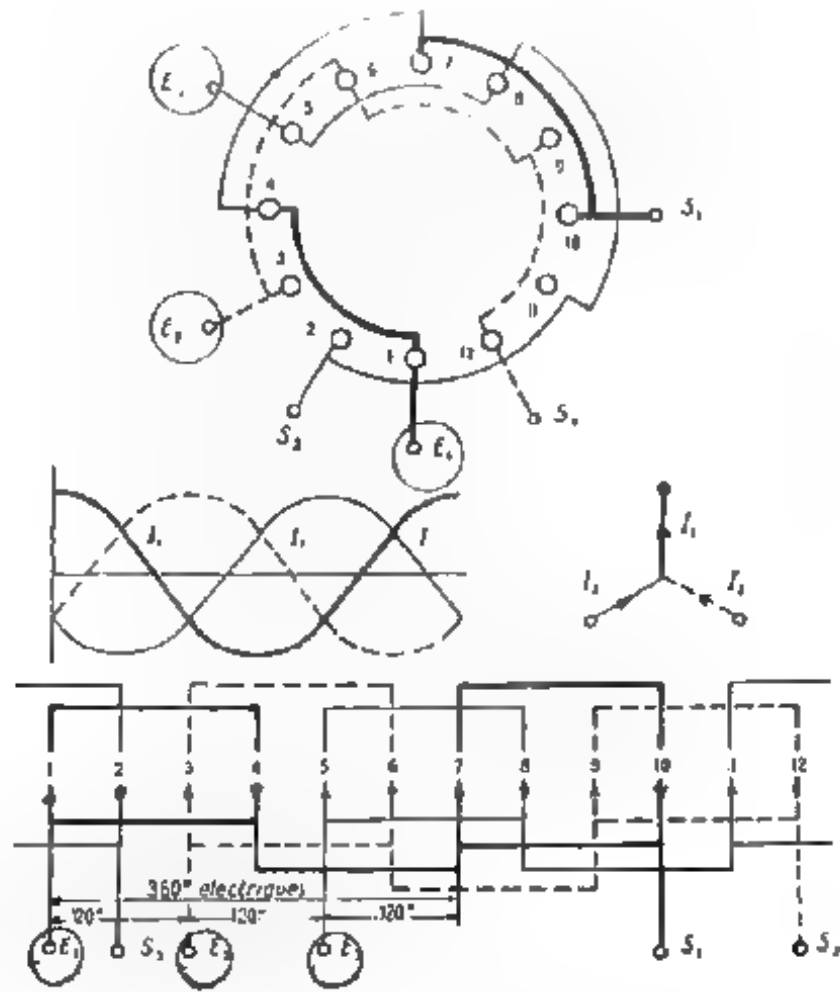


توصيل نجمي  $Y$   
توتر كبير وشدة صغيرة  
مثال  
380 V

(طريقة توصيل المحرك الثلاثي الطور وبماسب مع مجموعات اللوحة الاسمية وتوتر الشبكة)



نموذج آخر لطريقة رسم  
مخطط انفرادي ودائري  
لمحرك ثلاثي الطور ٤ مجرى  
٤ قطب لف سداخل  
لكل طور بمجموعتين  
على التسلسل  
الخطوة ١ - ٨ / ٢ - ٧  
التوصيل نهاية المجموعة  
مع بداية المجموعة  
المقابلة لها.



المحطط الدائري والإنفرادي المبسط لمحرك ثلاثي الطور ١٢ بحري

٤ قطب (بحري لكل طور في كل قطب)

ويظهر انزياح بدايات الأطوار بمقدار ١٢٠° كهربائية أي  $\frac{2}{3}$  الخطوة المغناطيسية

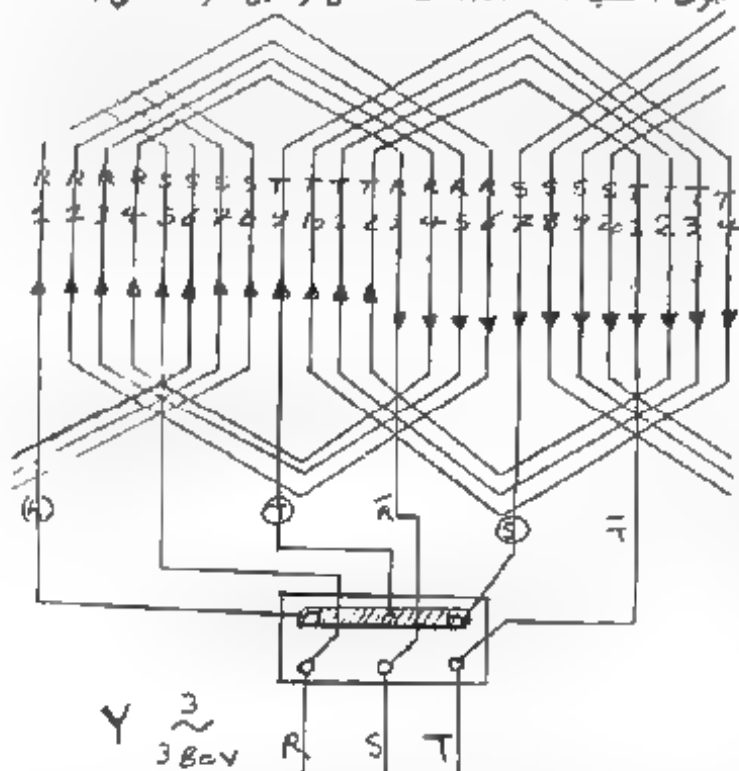
وتظهر المنحنيات الجيبية للتيار الثلاثي. أن التيار في أحد الأطوار يكون أعظمي موجب

بما تكون سالبة ونصف القيمة في الطورين الآخرين في نفس اللحظة.

البدايات  $E_3 - E_2 - E_1$  داخل الدائرة

النهايات  $S_3 - S_2 - S_1$

مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي ٢٤ مجرى ٢ قطب ٣٠٠٠ د/د مف متداخل توصيل اللوحة نمطي (٣٨٠٠)

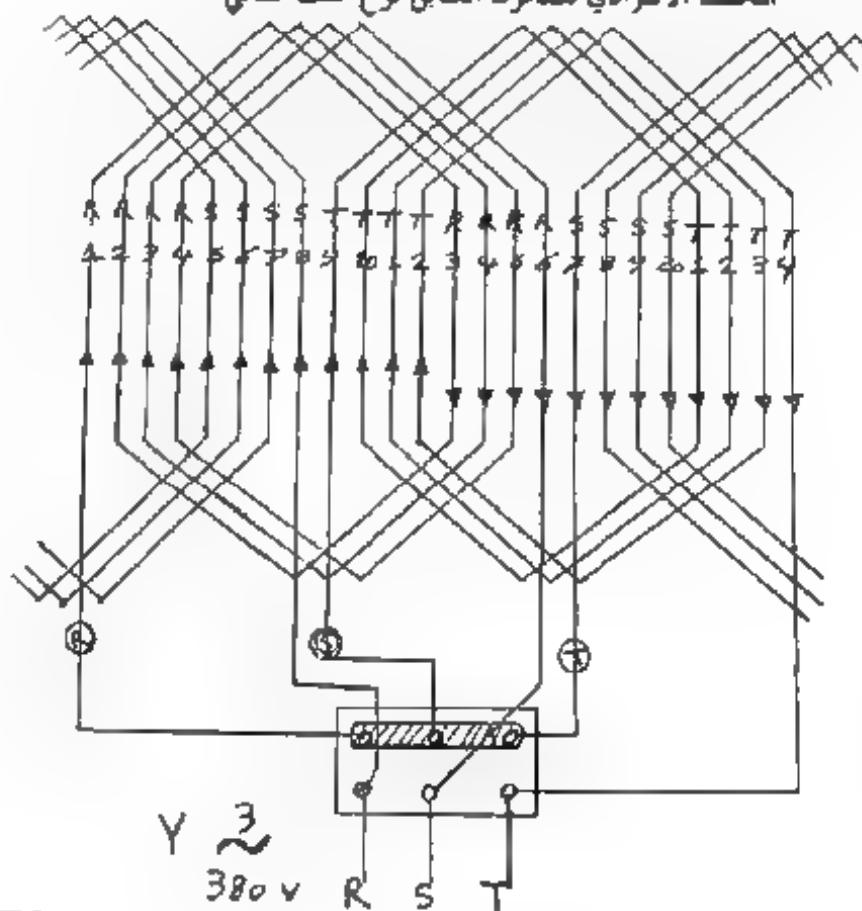


خطوة الملف  
١١-١  
١٥-٢  
١٤-٣  
١٢-٤  
خطوة بعد الطور  
٨

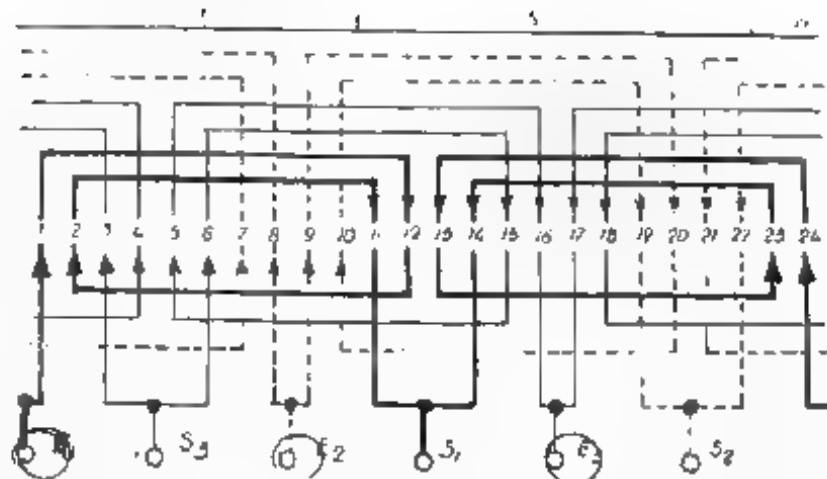


مخطط دائري (عملي)  
للمجموعة طور واحد

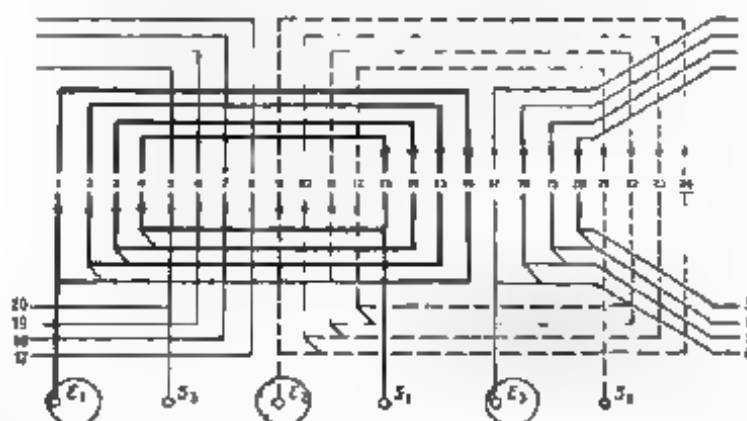
المخطط الانفرادي للمحرك السابق نوع الملف متالي



خطوة الملف  
١٣-١  
١٤-٢  
١٥-٣  
١٦-٤

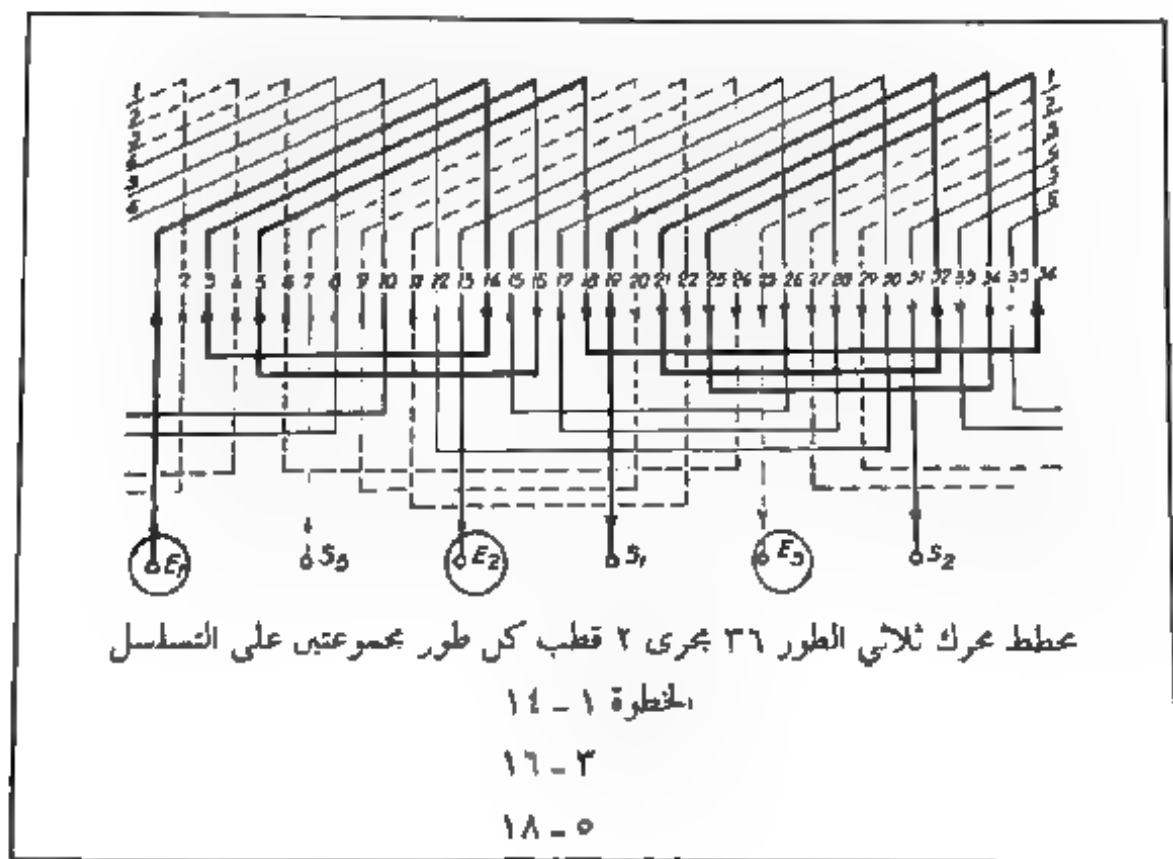
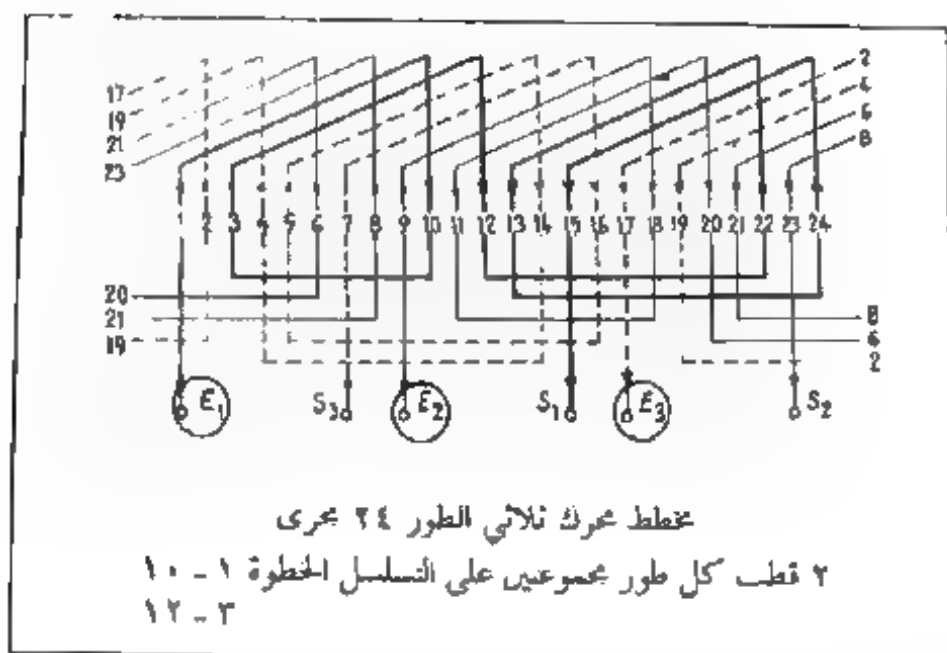


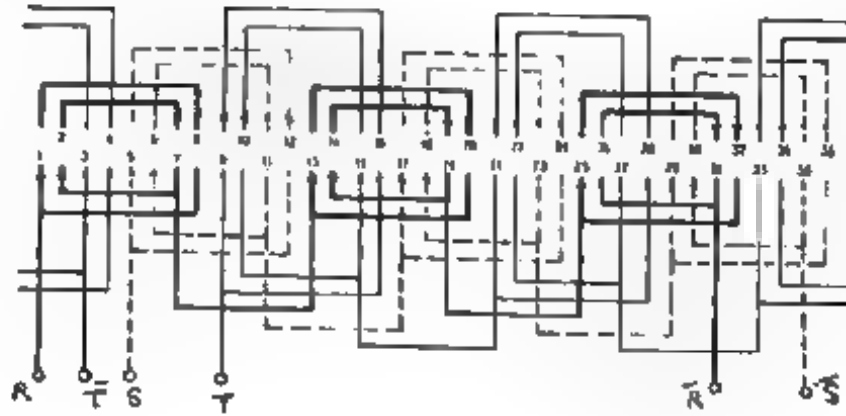
مخطط محرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٢ قطب مؤلف من مجموعتين لكل طور موصولتين  
على التفرع - خطوة الملف ١ - ١٢ - ٢ - ١١ متداخل  
ويظهر كل طور بخط ذو شكل وسماكة مميزة البدايات  $E_1 - E_2 - E_3$  داخل الدائرة



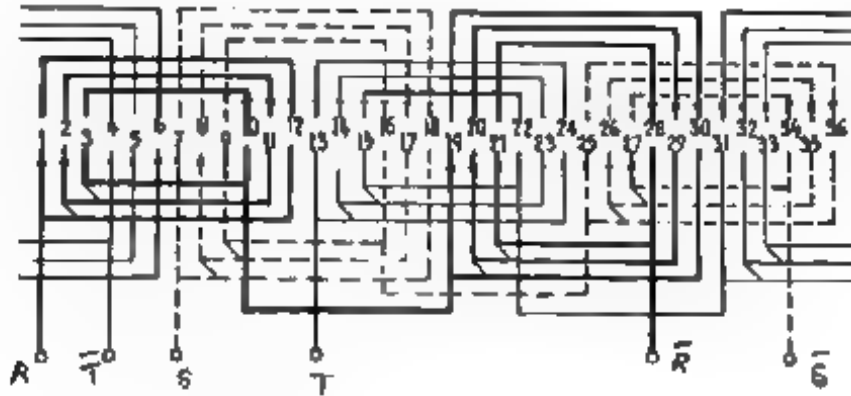
طريقة أخرى لتنفيذ رسم مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٢ قطب لف متداخل  
كل طور مجموعة واحدة ذات ٤ ملفات  
الخطوة (١ - ١٦) - (٢ - ١٥) - (٣ - ١٤) - (٤ - ١٣)







مخطط محرك ثلاثي الطور ٣٦ بحري ٦ قطب ١٠٠٠ د/د  
مجموعات كل طور على التسلسل - لف متداخل



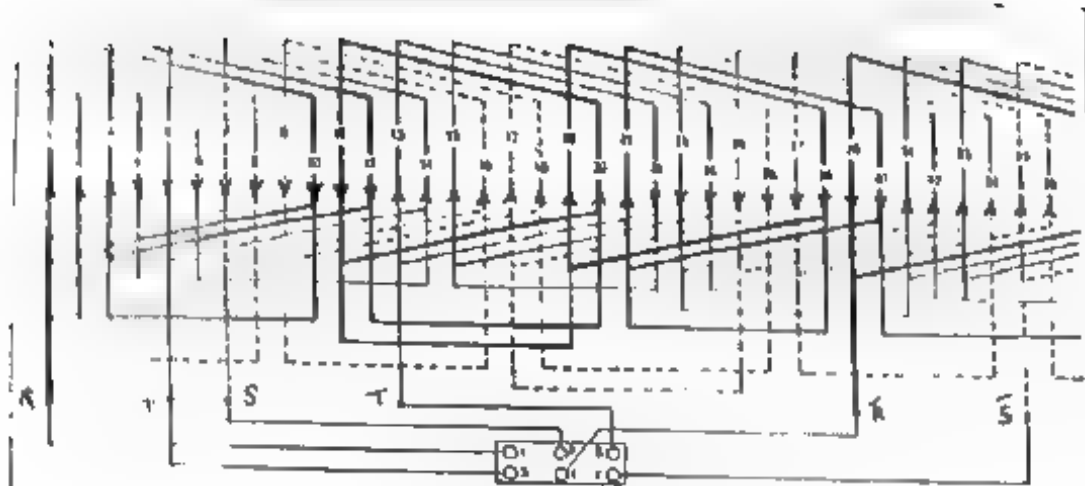
مخطط محرك ثلاثي الطور ٣٦ بحري ٤ قطب ١٥٠٠ د/د لف متداخل توصيل المجموعة القصيرة مع المجموعة الطويلة المقابلة توصيل نهاية مع بداية

الخطوة ١ - ١٢

٢ - ١١

٣ - ١٠



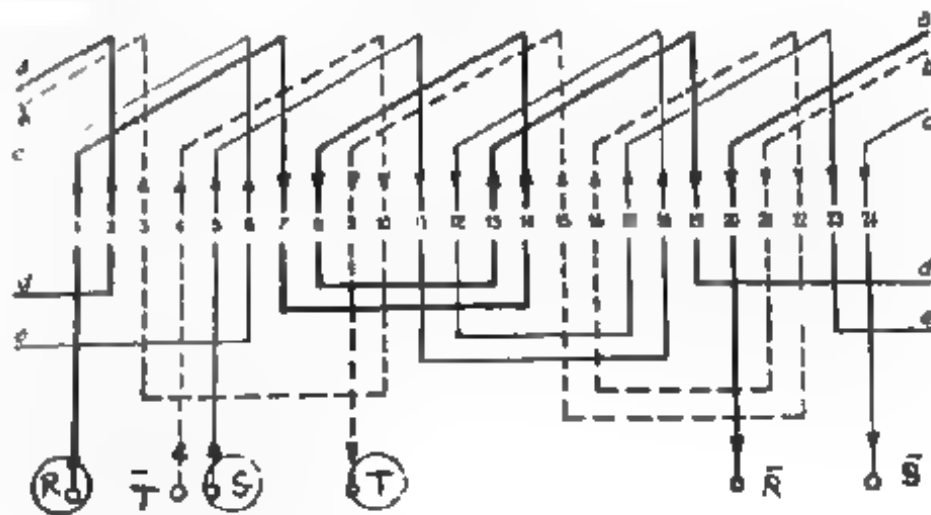


مخطط محرك ثلاثي الطور ٣٦ بحري ٤ قطب - صنع واحد في المحرك

خطوة قصيرة ١ - ١٠

١٢ - ٣

٣ بحري للطور في القطب

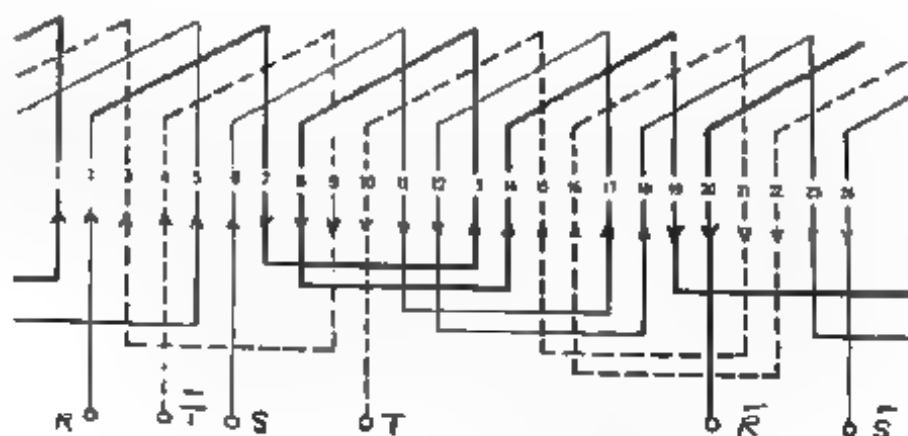


مخطط محرك ثلاثي الطور ٢٤ بحري ٤ قطب صنع واحد في المحرك

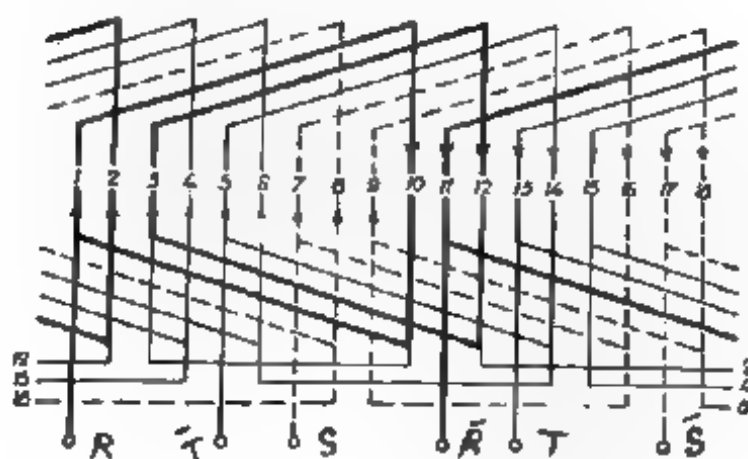
الخطوة ١ - ٧

البدايات  $E_3 - E_2 - E_1$

النهايات  $S_3 - S_2 - S_1$

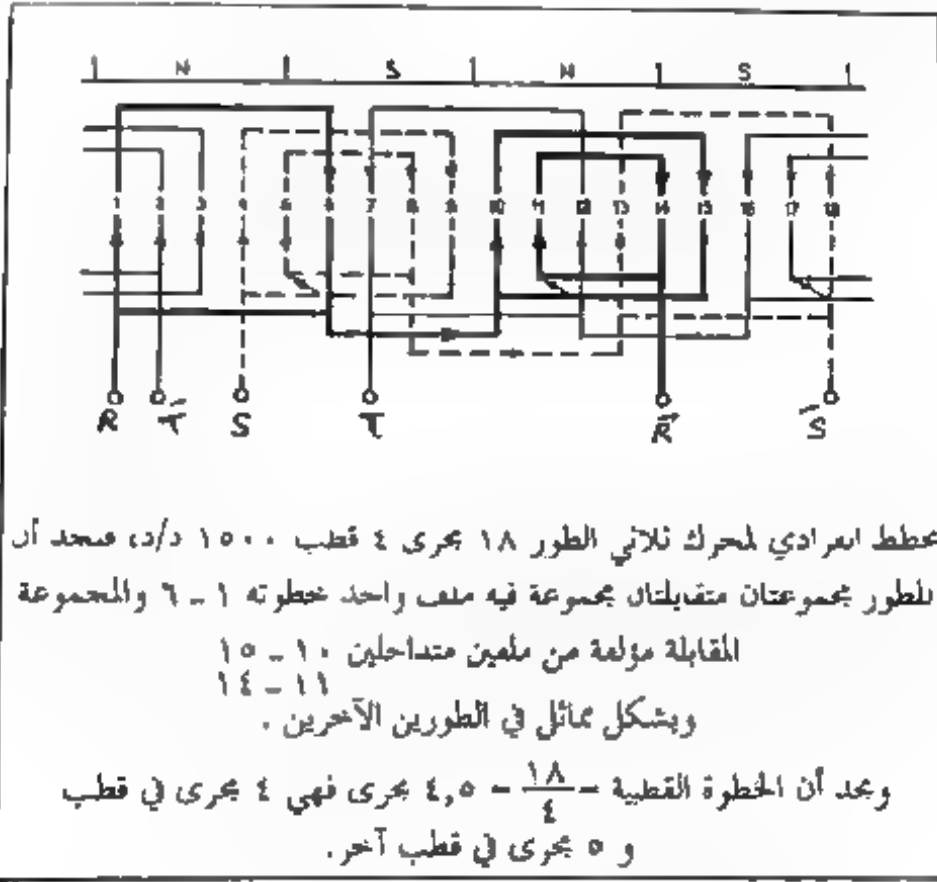


محيط محرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب ضلع واحد في المجرى  
خطوة قصيرة ١ - ٦



محيط محرك ثلاثي الطور ١٨ مجرى ٢ قطب ضلع واحد في المجرى  
الخطوة ١ - ١٠ / ٢ - ١٢

مخططات بعض المحركات البادئة حيث يكون عدد مجاري الطور في كل قطب عدداً غير صحيح مما يفرض أن تكون مجموعات الطور غير متماثلة كما في المخططات التالية:



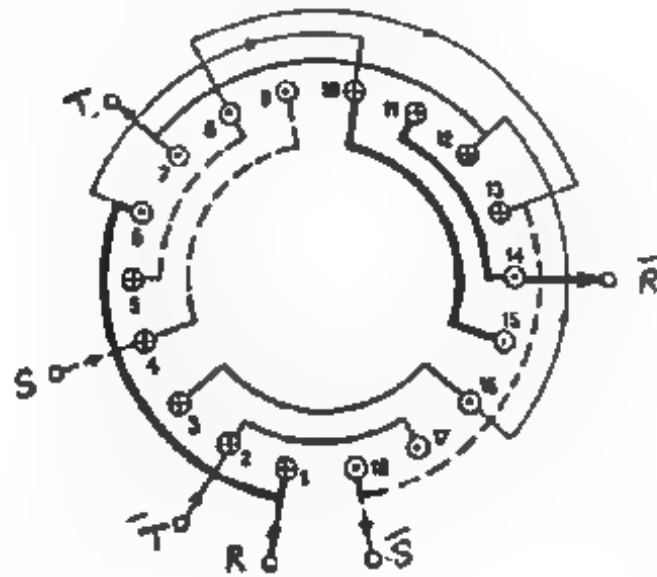
المخطط الدائري

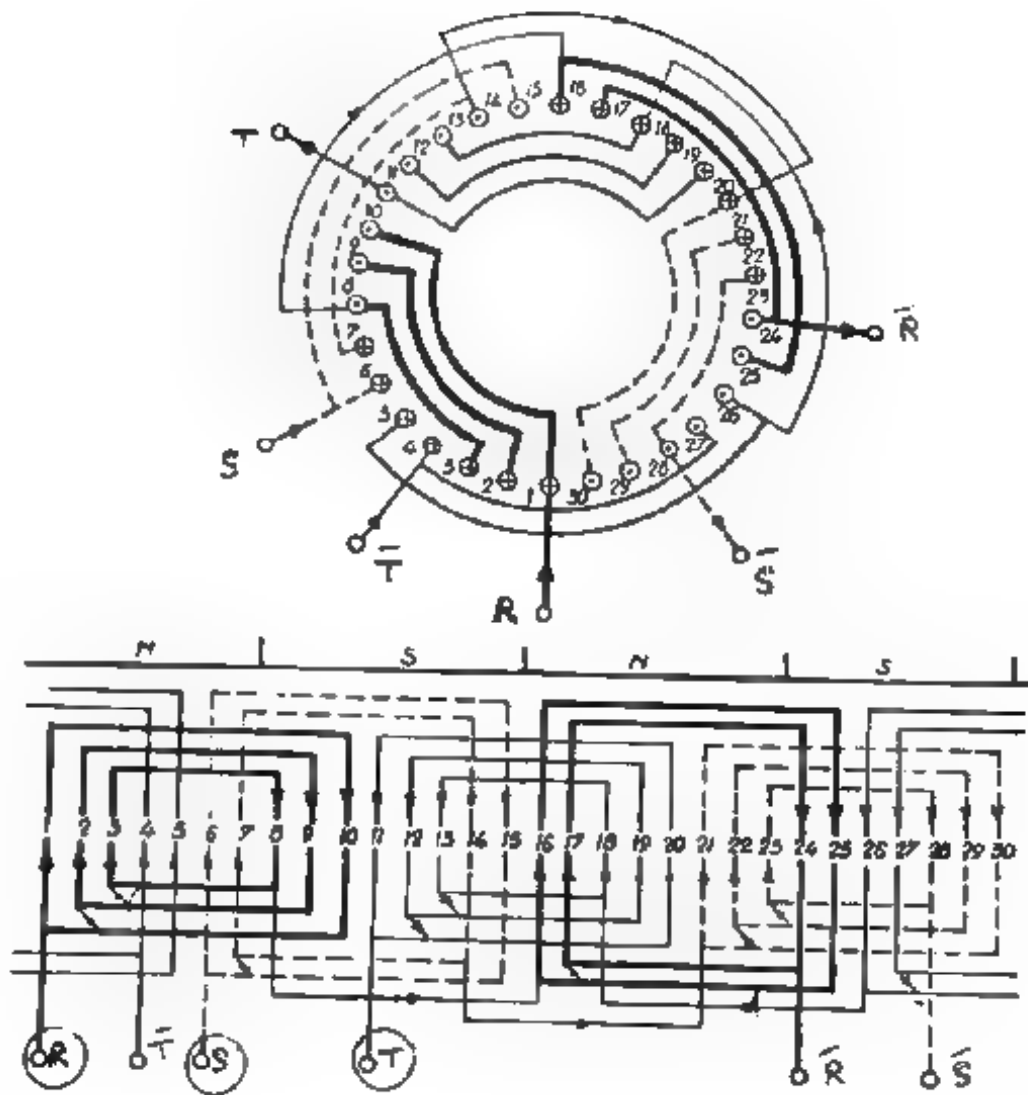
للمحرك السابق

١٨ مجرى

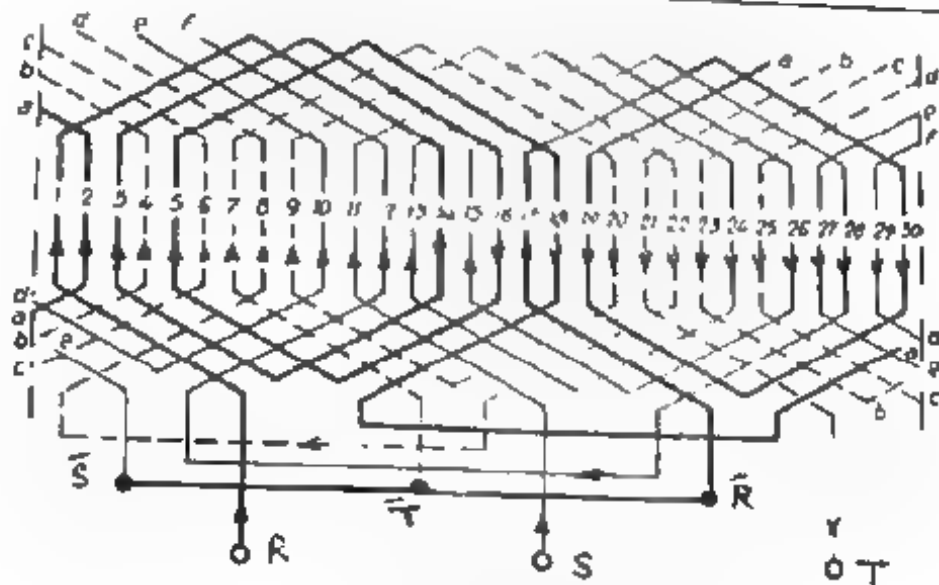
٤ قطب

١٥٠٠ د/د





مخطط انفرادي ودائري لحرك ٣٠ بحري ٤ قطب مجموعاته غير متماثلة  
 (مجموعة طور ٣ ملفات والمجموعة الأخرى ملفين)  
 توصيل تسلسلي نهاية مع بداية



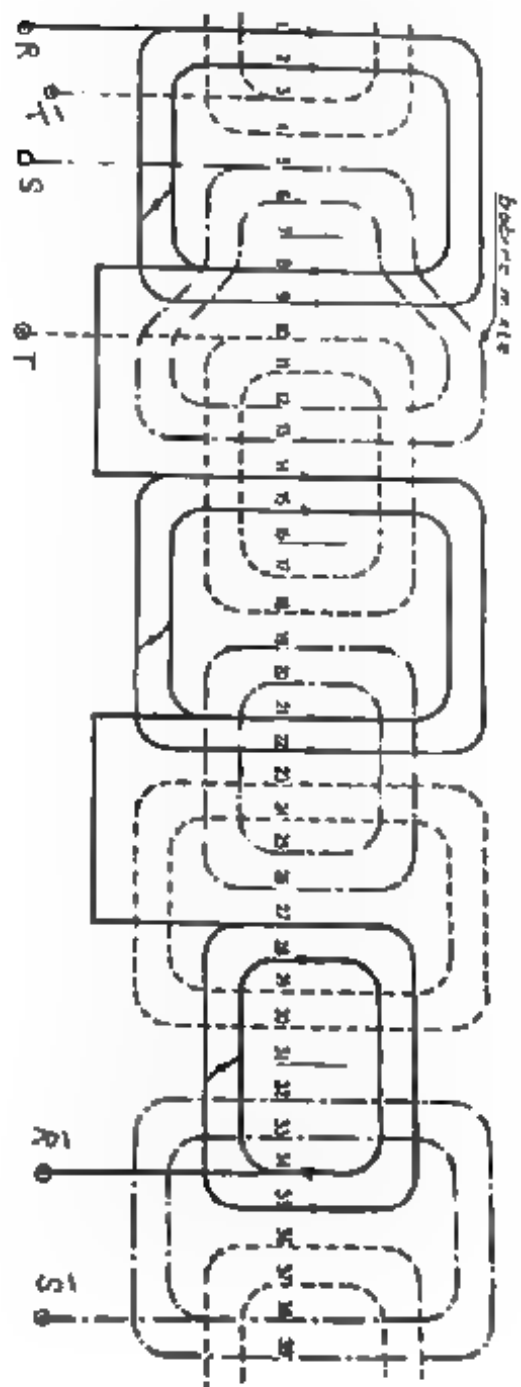
مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي الطور ٣٠ مجرى ٢ قطب ضلع واحد في المحرى

توصيل بحمي Y الخطورة ١ - ١٤

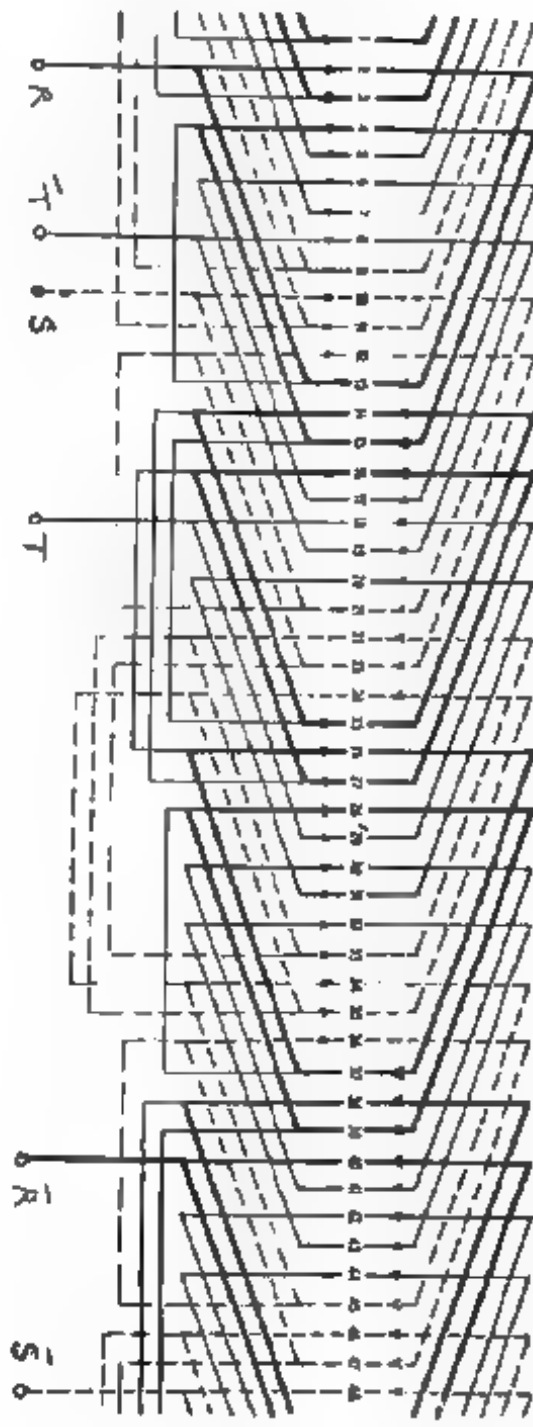
١٦ - ٢

١٨ - ٥

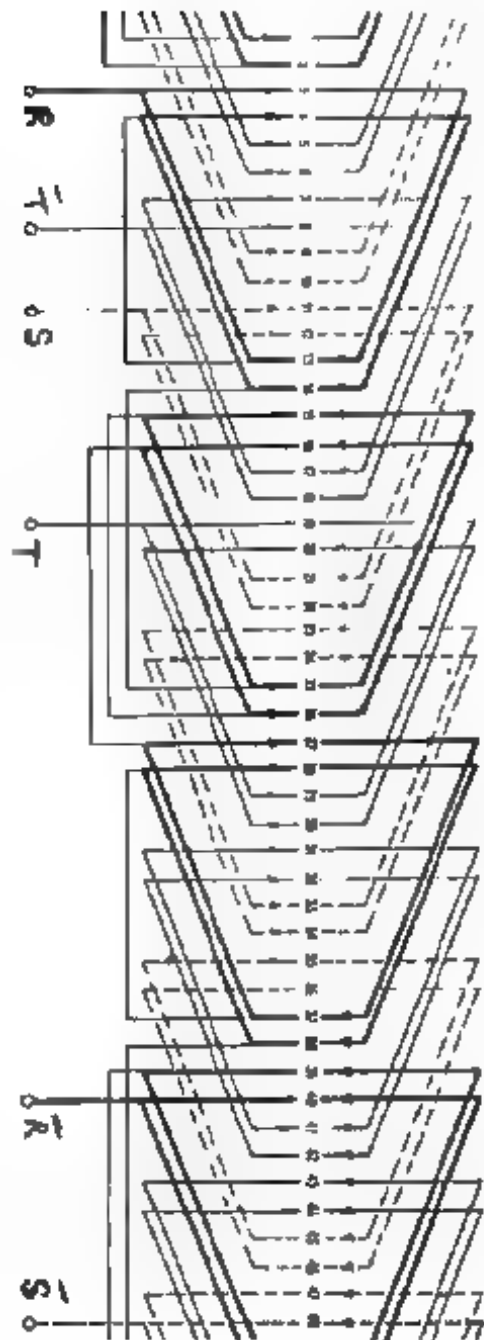
يلاحظ اتجاه التيار معكوس في المحاري ١٤ - ١٥



عخطط عرك ثلاثي الطور ٣٩ بحري ٦ قصب ٣ بحري حارعة  
 خطرة اللف (١ - ٩) (٢ - ٨) متداخل ٣ مجموعات لكل طور على التسلسل  
 وعدد المحاري مصمم من بعض الشركات لمدة أربع من اللف  
 لذلك يوجد مجموعات خطورتها (١ - ٨) (٢ - ٧)



خريطة عورك ثلاثي الطور ٤ عورك ٤ قطب ضلع واحد في الموري  
 مجموعات كل طور على التسلسل المخطوة ٢ - ١٣ / ٤ - ١٥

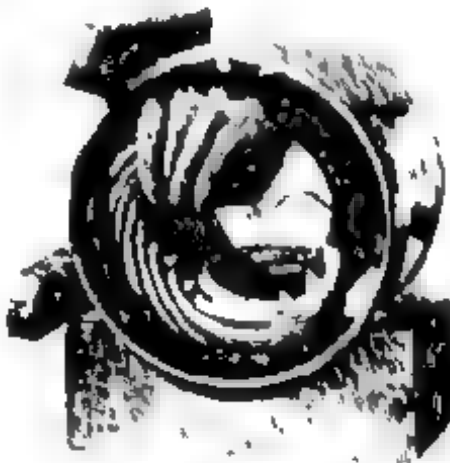


خطوط حرك ثلاثي الطور ٤ بحري ٤ تطبيق ضلع واحد في البحري  
 بحركات كل طور على التسلسل المصفوفة ٣ - ١٣  
 ١ - ٤ - ١



## الف بطريقة ضلعين في المجرى

يمكن تعيد لف العصور الثابت في المجرى بطريقة المصنوع في المجرى، أو حسب  
مركز يتبع أحد الضلعين ملف والصلع الآخر يدمج الملف الآخر مع سبعم خارج  
الكرتون أو غيره (مثل تغليفه بعازل قماشى أو بيطي) (انظر ١١) وخاصة إذا وضع  
أحد ضلعي ملف في الأسفل يوضع الصلع الآخر الملف في الأعلى ويظهر في  
المخطط على يمين رقم المجرى للضلع السفلي والآخر على يسار المجرى للضلع العلوي  
أو بالعكس، ويجب أن يكون لهما معاطيسية متساوية أي فهما ٥٠ في المائة المجرى.

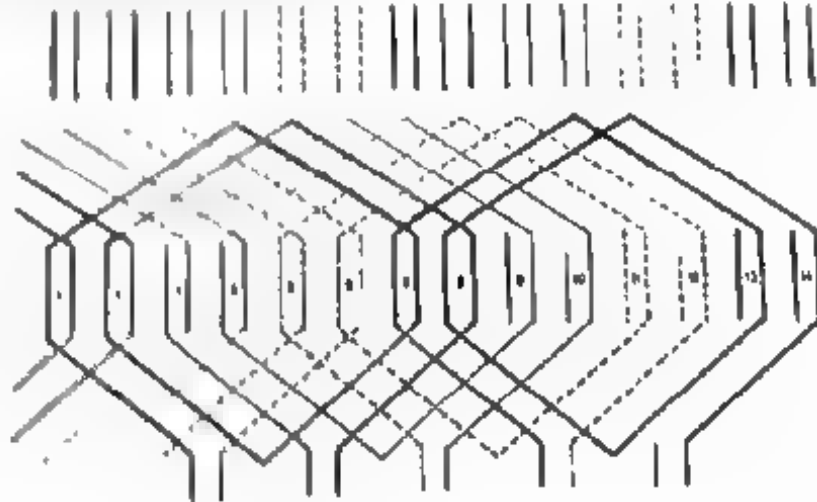


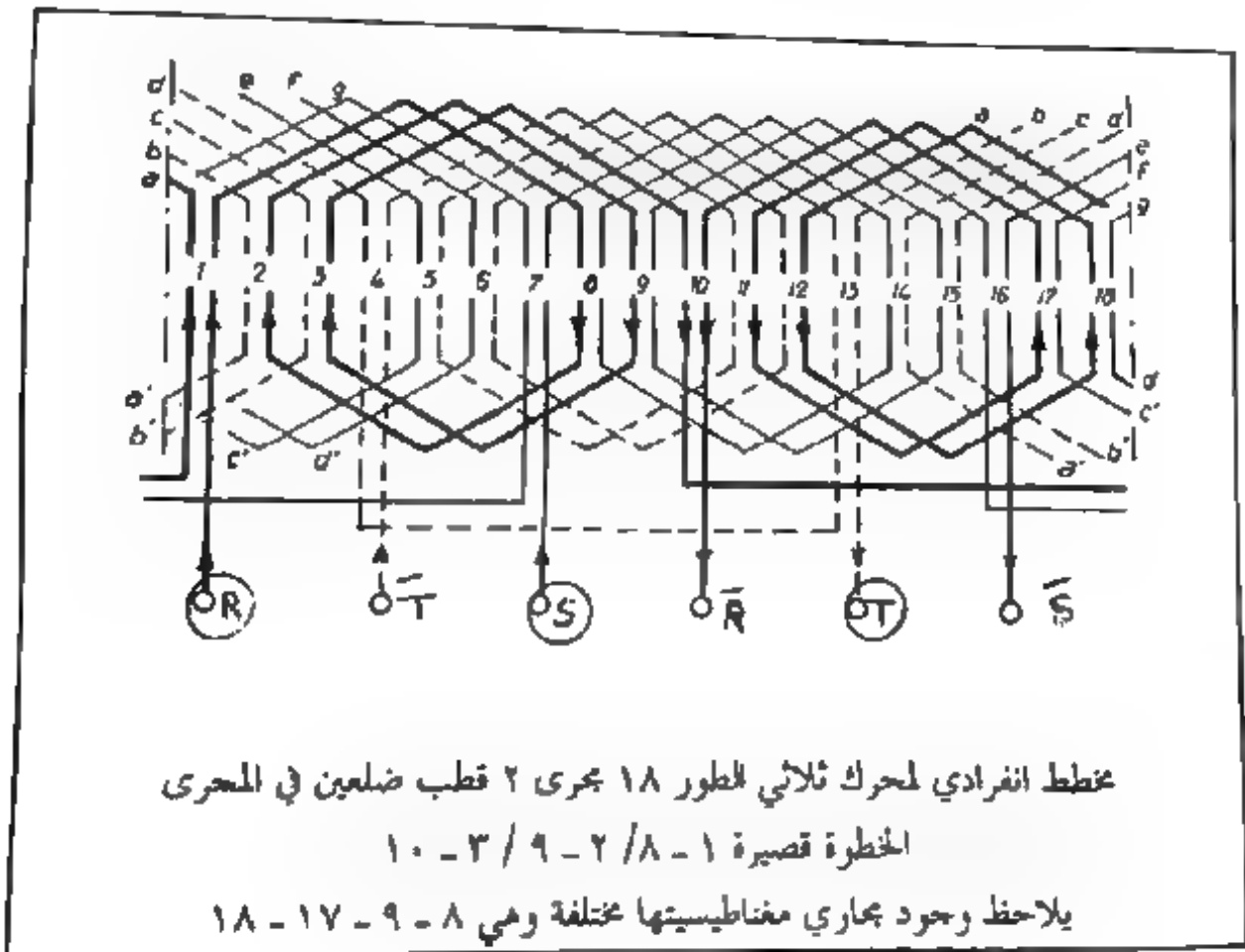
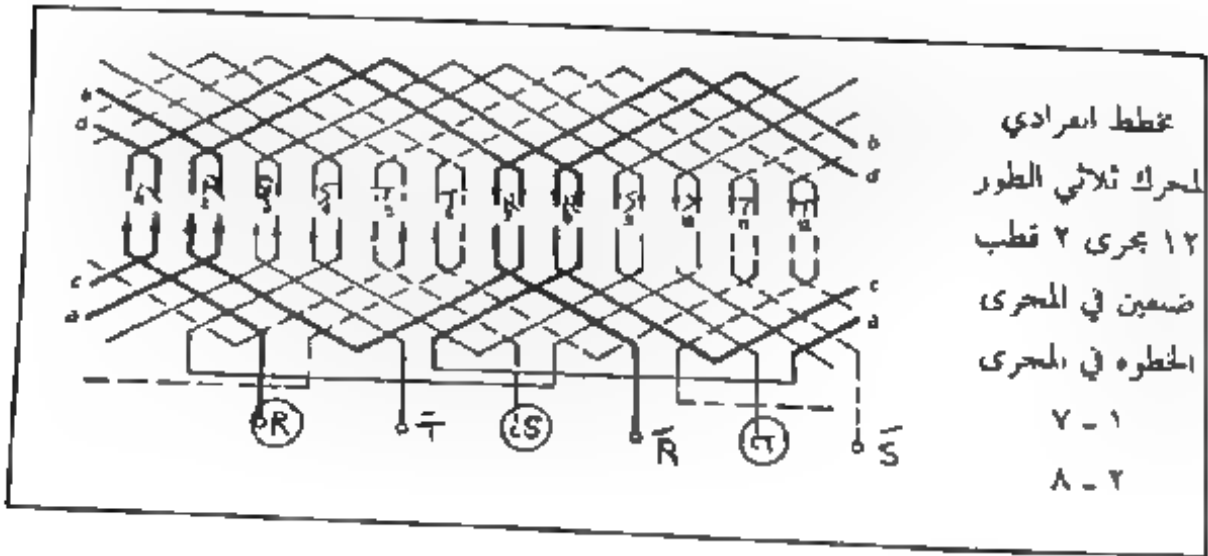
عمامة بوزل ملفات محرك ضلعين في المجرى  
الملفات لحي معلقة

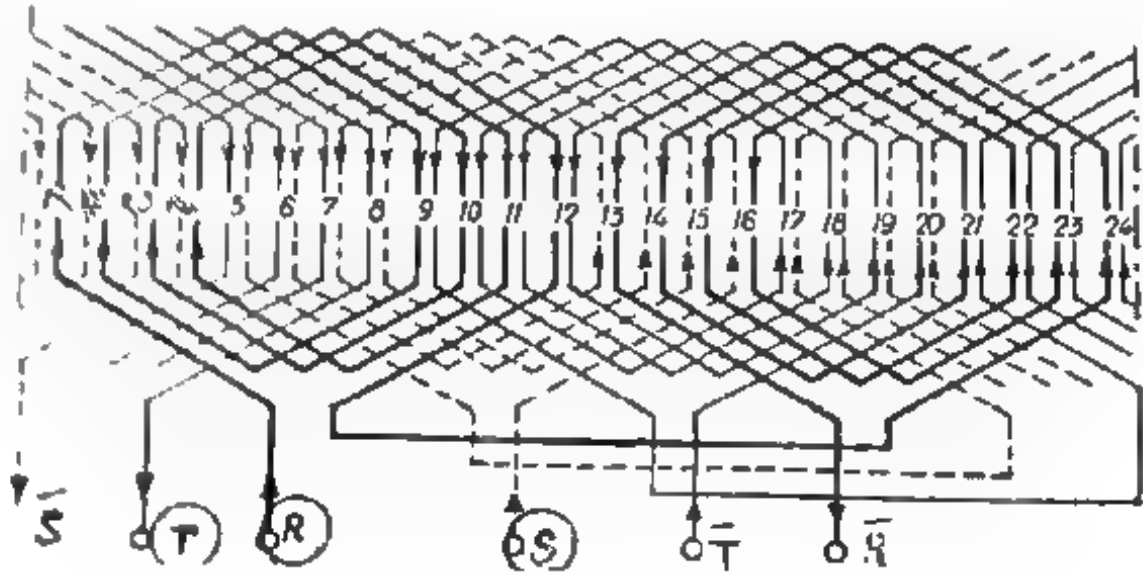


عملية تبريل ملفات محرك ضلعين في المجرى  
أطراف الملفات معلقة بشريط قماشى

طريقة رسم مخطط  
لف المحرك بصلعين  
في المجرى  
ويظهر في الشكل  
اختلاف الخطوط  
لتمييز كل طور  
عن غيره.







مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي الطور ٢٤ مجرى ٢ قطب ضلعين في المجرى

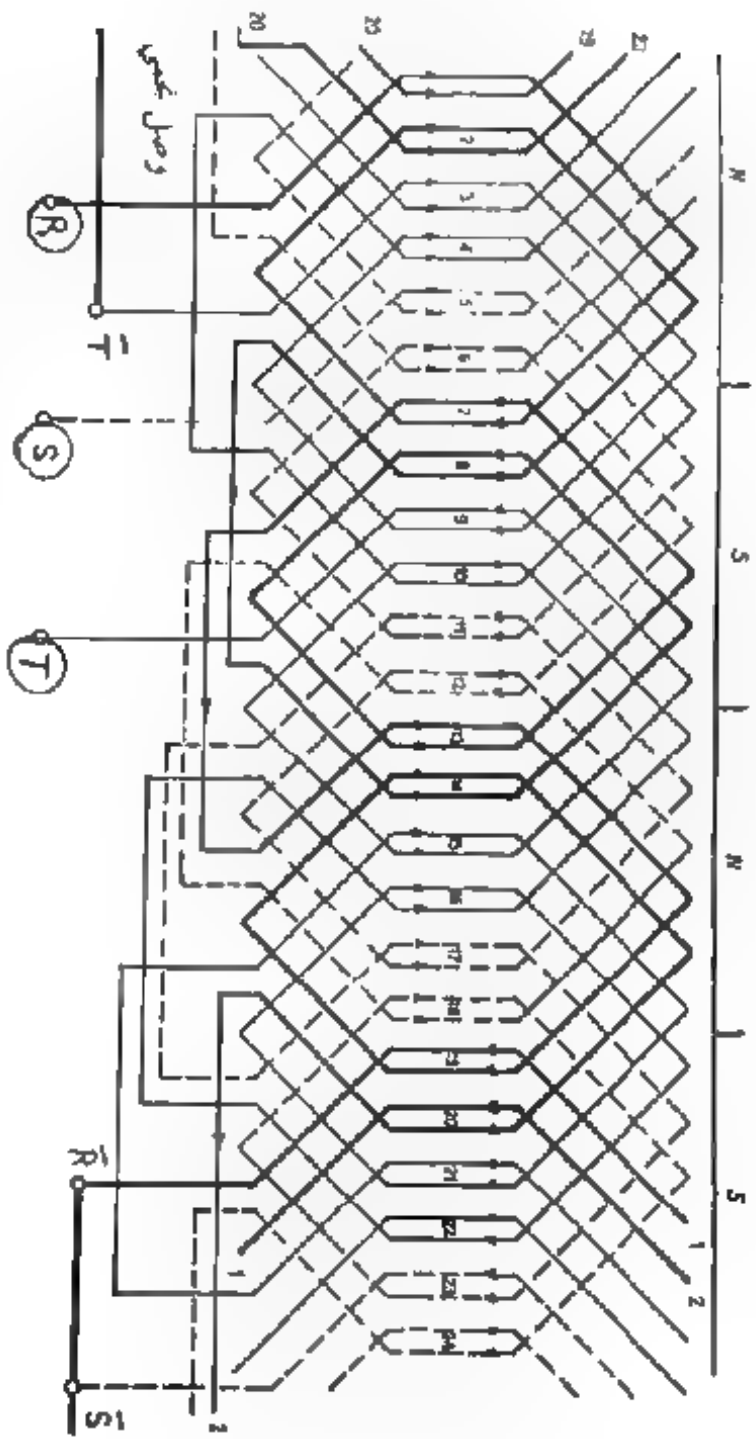
الخطوة قصيرة ١ - ٩

١٠ - ٢

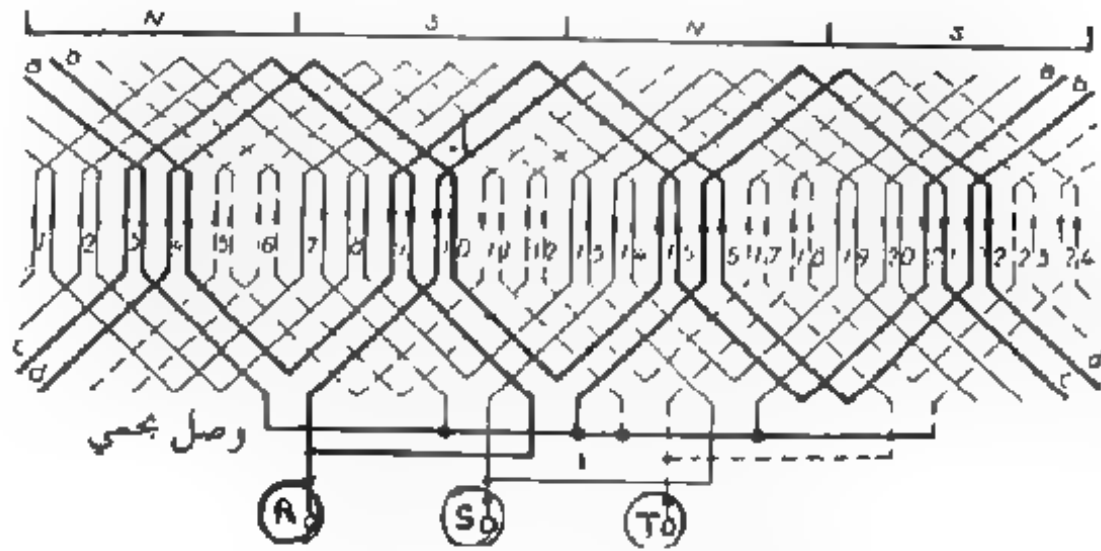
١١ - ٣

١٢ - ٤

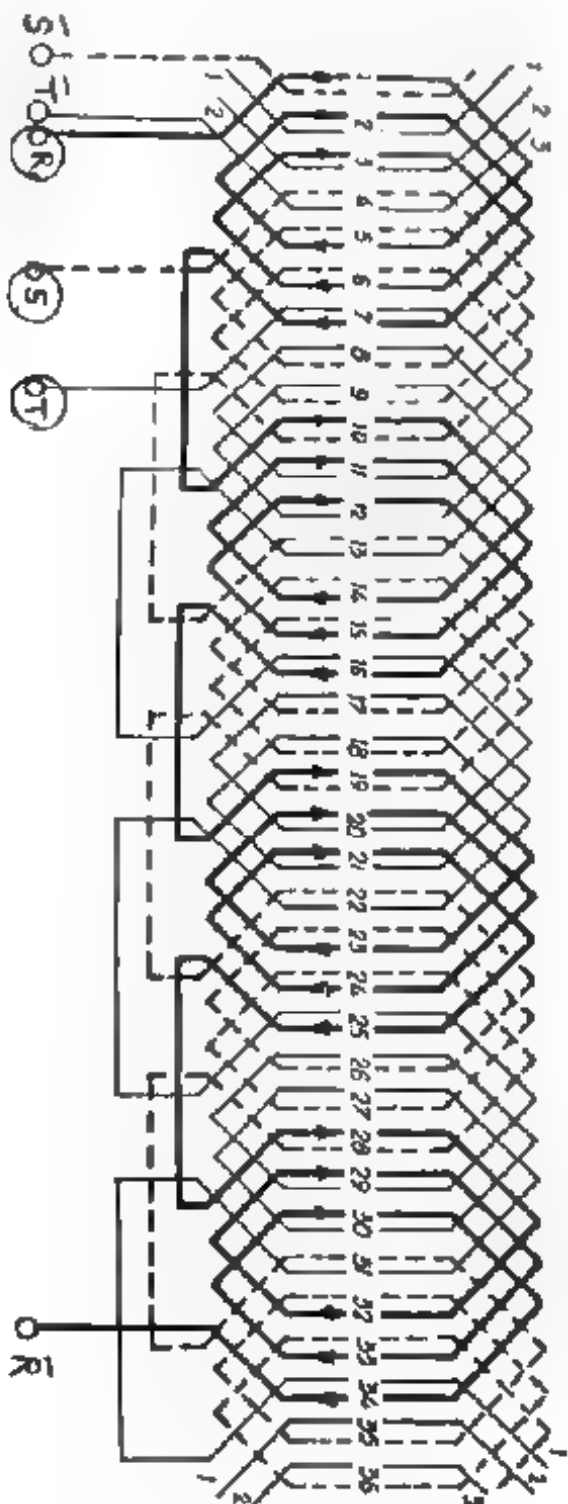
ويلاحظ وجود مجاري مغناطيسيتها مختلفة وهي ١ - ٢ - ٣ - ٤ - ١٣ - ١٤ - ١٥ - ١٦



خطوط انفرادي لمحرك ثلاثي ٢٤ بحري ٤ قطب ضايف في المحرك  
خطوة (١ - ٢/٧ - ٨) مجموعات كل طور على التسلسل توصيل جدي Y

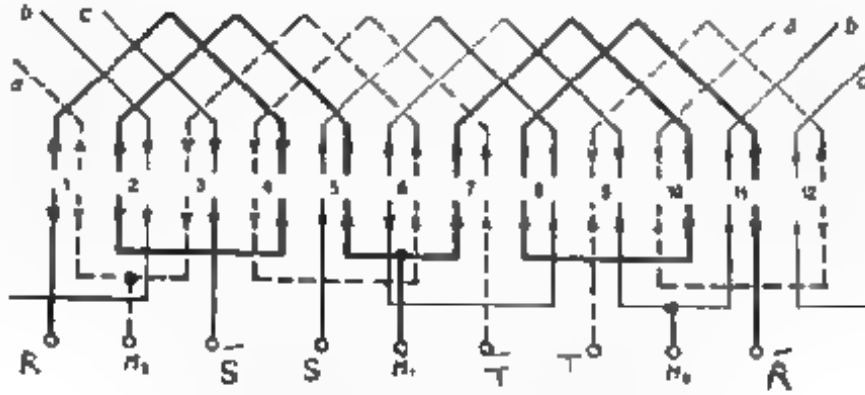


مخطط انفرادي لمحرك ثلاثي ٢٤ مجرى ٤ قطب ضلعي في المحرى  
بمجموعات كل طور على التفرع توصيل نجمي Y

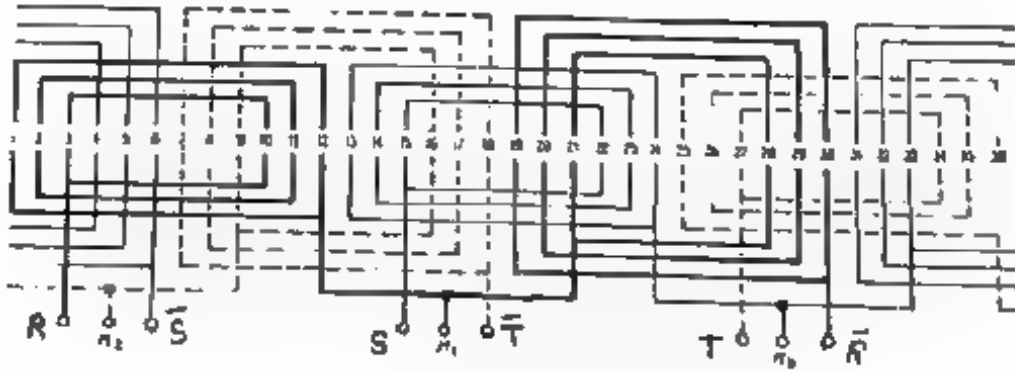


عطيتمحرك ثلاثي الطور ٣٦ بحري ٨ فقط ضلعي في المحري  
كل طور ٤ مجموعات على التسلسل  
الخطوة (١ - ٥)

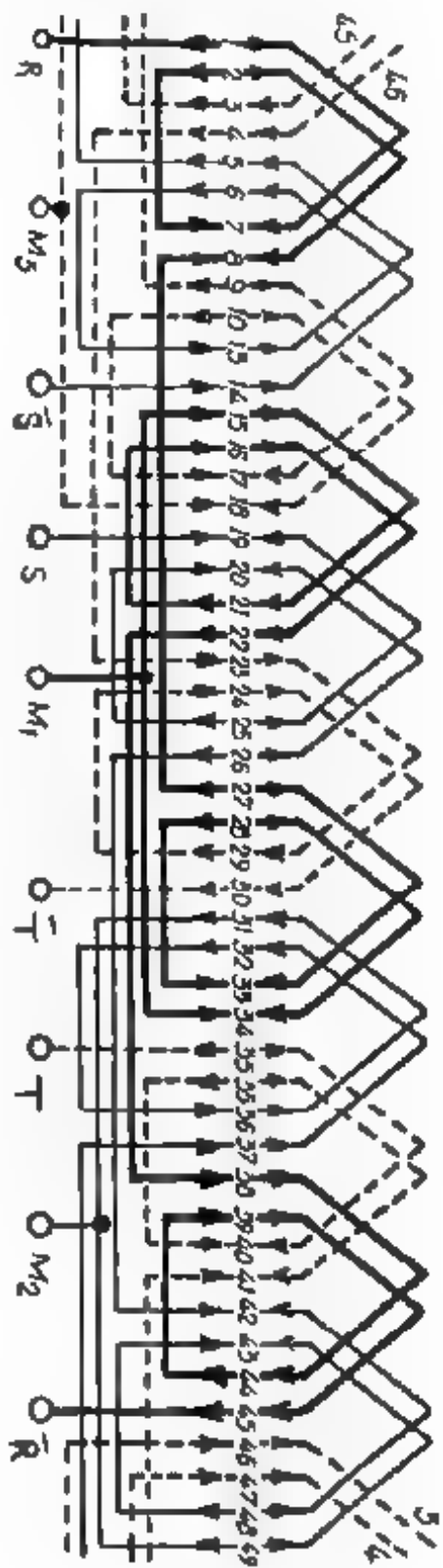
## محركات السرعتين (الثلاثية):



مخطط محرك ثلاثي الطور سرعتين ١٢ مجرى ٤/٢ قطب ضلعين في المجرى  
حسب طريقة (دلهندر ولندستروم)  
الأسهم العليا تدل على اتجاه التيار عند سرعة ٤ قطب  
والأسهم السفلى للسرعة ٢ قطب

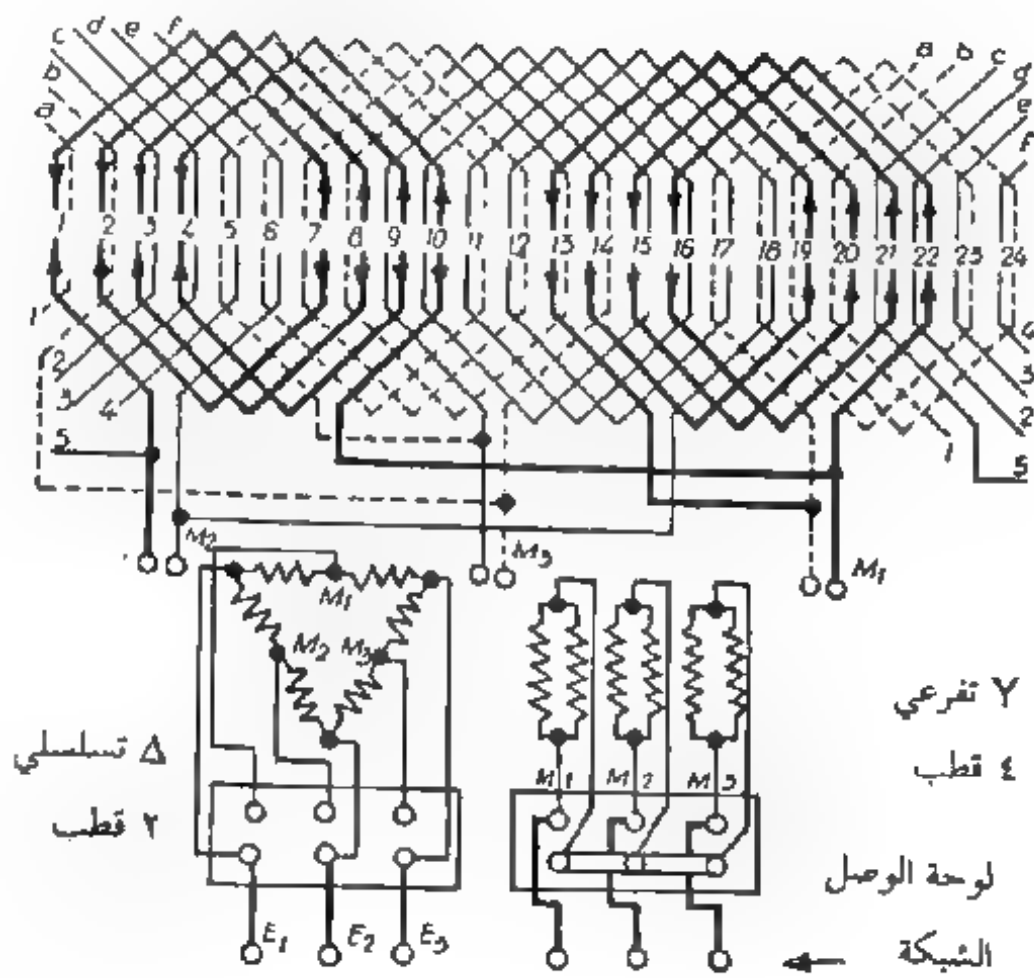


مخطط محرك ثلاثي الطور سرعتين ٣٦ مجرى ٤/٢ قطب  
طريقة (دلهندر ولندستروم)



عخطط عرك ثلاثي الطور سرعتين ٤٩ بحري ٨/٤ قطب ضلع واحد في المحري  
١٢ بحري أسهم معكوسة (أسهم متقلي) طريقة (دلهيدر ولدستروم)

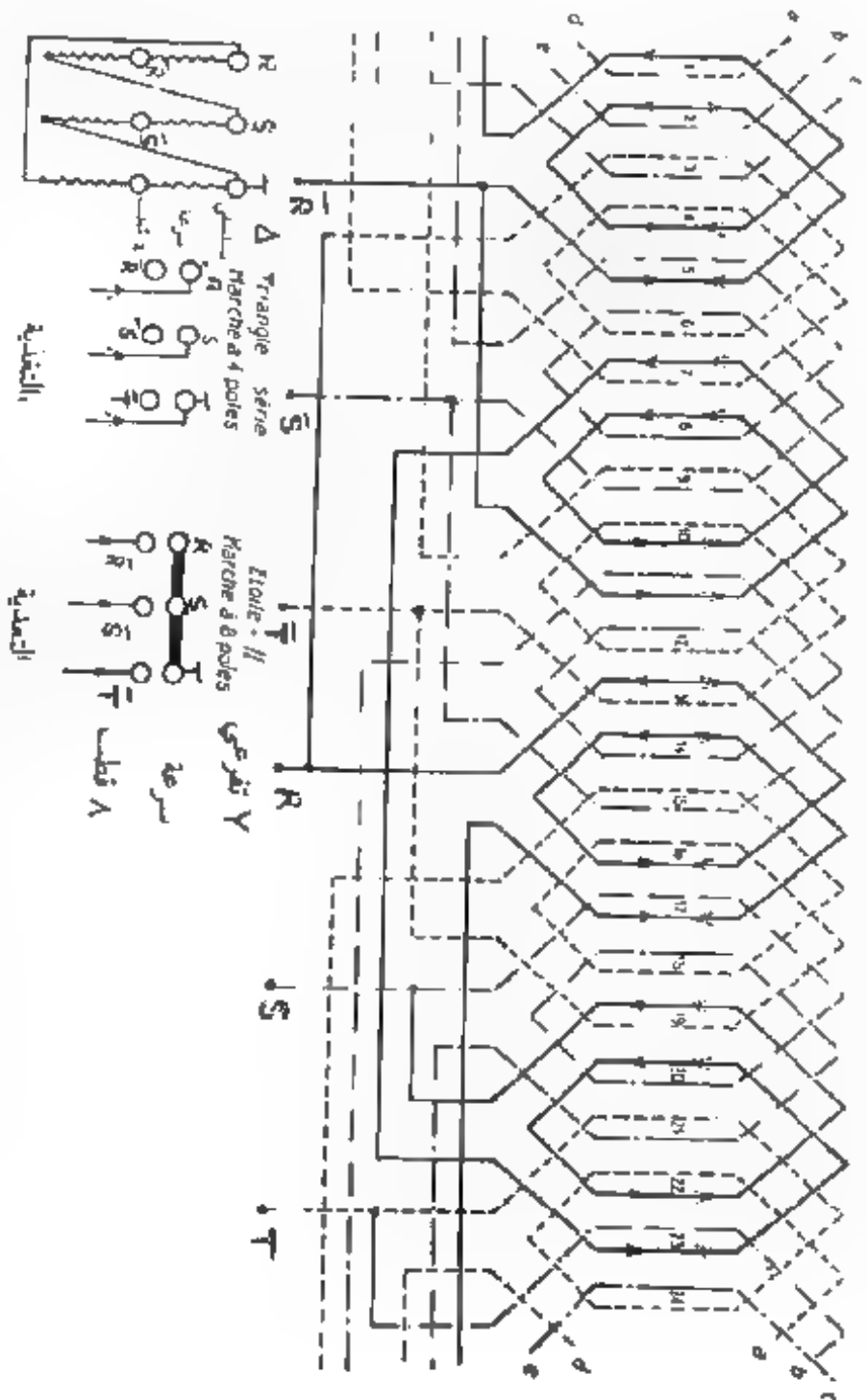




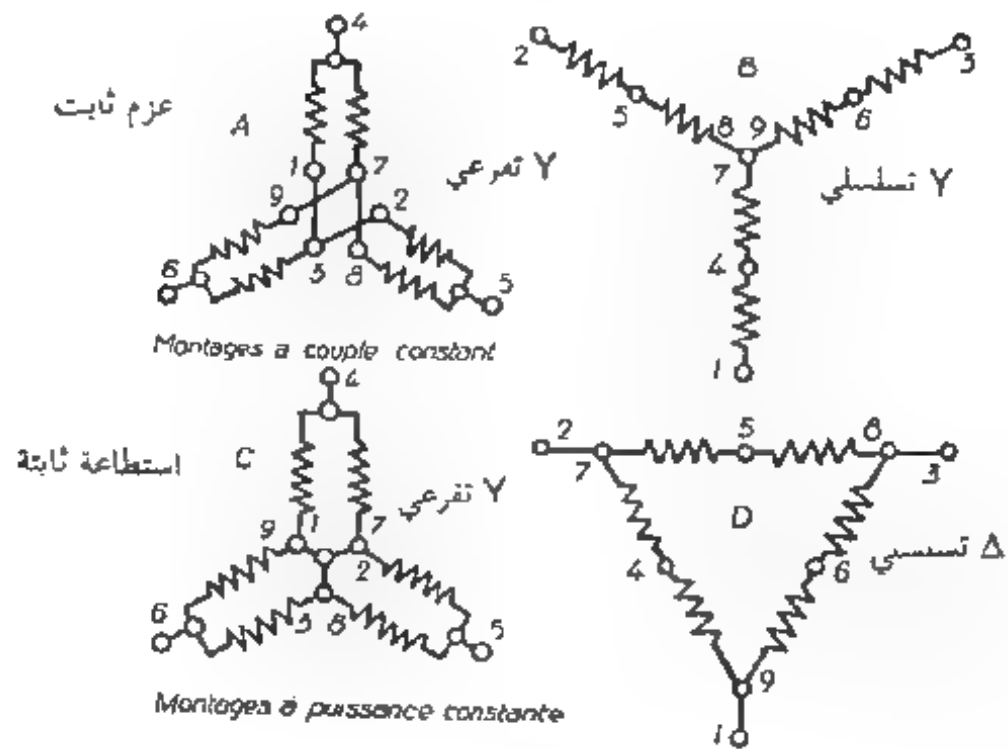
مخطط محرك ثلاثي الطور سرعتين ٢٤ مجرى ٤/٢ قطب طريقة (دلهدار ولندستروم)

التوصيل في السرعة ٤ قطب (بطيء) نجمي تفرعي

التوصيل في السرعة ٢ قطب (سريع) مثلثي تسلسلي



يعطى حرك ثلاثي الطور سرعتين  $\gamma/4$  تحرى  $A/4$  قطب طريقة (دلهيدر وليستروم)  
 صلبون في المحرى التوصليل  $\gamma$  تحرى لمرعة  $A$  قطب و  $\Delta$  تسلسلي  $\Delta$  قطب (استطاعة ثانية)



أنواع توصيل المحركات الثلاثية ذات السرعتين حسب طريقة (دلهندر ولندستروم)

A - نجمي تفرعي - B - نجمي تسلسلي للتوصيل بالاعرم الثابت.

C - نجمي تفرعي - D - مثلثي تسلسلي للتوصيل بالامتطاعة الثابتة

كل طور مؤلف من مجموعتين، يمكن توصيلها على التسلسل أو التفرع

الأرقام ٤ - ٥ - ٦ لنقاط الوصل

### المخطط الإنفرادي للمحركات الأحادية التطور:

رسم المجاري بشكل خطوط متساوية وموالية ليمثل كل خط مجرى مهما كان عدد الوافل فيه، ويفصل استخدام لون للمعات الشعين (الحركة) ولون آخر للمعات الإقلاع (البدة)، أو خط عريض عامق للتشغيل ونحط ربع أو متقطع للإقلاع، وقد تكون ملعته من السور المتداحل أو المسالي كما في المحركات الثلاثية ويضاف للمعات الإقلاع على التسلسل مكثف ومفتاح طرد في أكثر المحركات.

### العوامل المؤثرة على حساب خطوات لف المحرك الأحادي:

إن مجري المحرك تحتوي على معات لتشغيل وعلى معات الإقلاع. ونظرياً تحتل معات التشغيل  $\frac{2}{3}$  عدد المجاري الكلية وتحتل معات لإقلاع  $\frac{1}{3}$  عدد المجاري. وقد تعبر هذه النسبة حسب تصميم المحرك. وطريقة وصل مجموعات التشغيل ومجموعات الإقلاع وكذلك حسب عدد لأقطاب ماد كان الوصل بين ملفين تسلسلين متجاورين نهاية مع نهاية يتشكل ٢ قطب، وإذا كان الوصل بينهما نهاية مع بدية يتشكل ٤ قطب، (راجع بحث وصل ملفات المحرك على التسلسل وعلى التفرع) ومن المعلوم أن عدد الأقطاب يقرر سرعة المحرك بإعتبار التردد ثابت في الشبكة (٥٠ هرتز مثلاً).

ومن ذلك نعلم أن عدد الأقطاب في المحرك الأحادي = عدد مجموعات التشغيل أو عدد مجموعات الإقلاع في أغلب الأنواع. وعدد الأقطاب يساوي ضعف عدد المجموعات في بعض الأنواع.

### حساب خطوات لف المحرك الأحادي:

- ١ - عدد مجاري التشغيل = عدد المجاري الكلية  $\times \frac{2}{3}$
- ٢ - عدد مجاري الإقلاع = عدد المجاري الكلية  $\times \frac{1}{3}$
- ٣ - عدد مجموعات التشغيل = عدد الأقطاب غالباً أو ضعف عدد الأقطاب حسب الوصل.
- ٤ - عدد مجموعات الإقلاع = عدد الأقطاب غالباً أو ضعف عدد الأقطاب حسب الوصل.

$$\frac{\text{عدد المجاري}}{\text{عدد الأقطاب}} = \text{الخطوة القطبية الكاملة}$$

$$\frac{\text{عدد مجاري التشغيل}}{\text{عدد مجموعات لتشغيل}} = \text{عدد مجاري كل مجموعة تشغيل}$$

$$\frac{\text{عدد مجاري الإقلاع}}{\text{عدد مجموعات الإقلاع}} = \text{عدد مجاري كل مجموعة إقلاع}$$

$$\frac{\text{عدد مجاري المجموعة}}{2} = \text{عدد الملفات في المجموعة}$$

مثال: محرك أحادي ٢٤ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠ د/د (٥٠ هرتز) احسب خطوات الملف.

$$\text{عدد مجاري التشغيل} = 24 \times \frac{2}{3} = 16 \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد مجاري الإقلاع} = 24 \times \frac{1}{3} = 8 \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد مجموعات التشغيل} = 4$$

$$\text{عدد مجموعات الإقلاع} = 4$$

$$\text{عدد مجاري كل مجموعة تشغيل} = \frac{16}{4} = 4 \text{ مجرى}$$

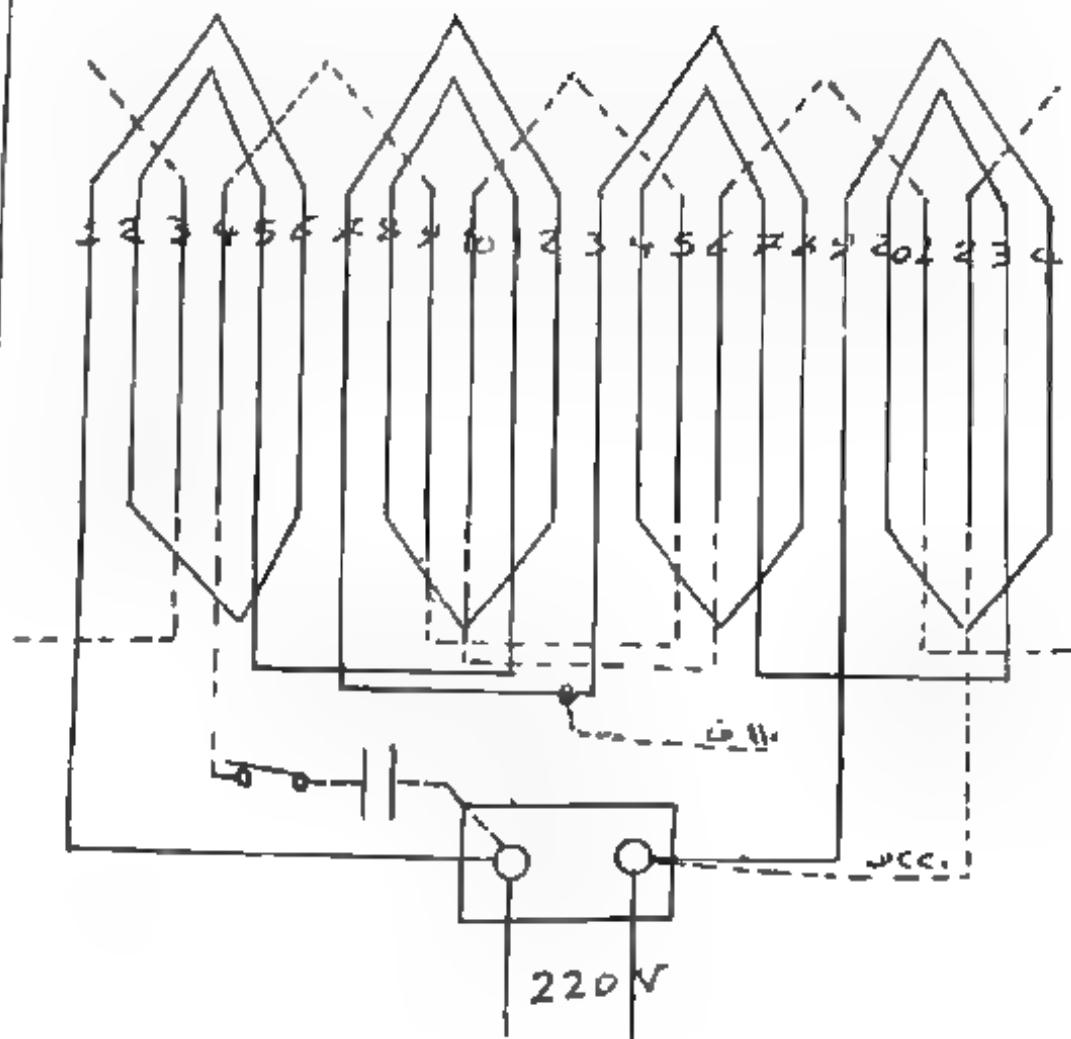
$$\text{عدد مجاري كل مجموعة إقلاع} = \frac{8}{4} = 2 \text{ مجرى}$$

$$\text{عدد الملفات في مجموعة تشغيل} = \frac{4}{2} = 2 \text{ ملف متداخل أو متتالي}$$

$$\text{عدد الملفات بمجموعة إقلاع} = \frac{2}{2} = 1 \text{ ملف}$$

ونجد أن خطوة التشغيل  $\frac{1}{2} - \frac{6}{5}$  ملفين متداخلين أو  $\frac{1}{2} - \frac{5}{6}$  ملفين متتاليين.

ونجد أن خطوة الإقلاع ٤ - ٩ ملف واحد

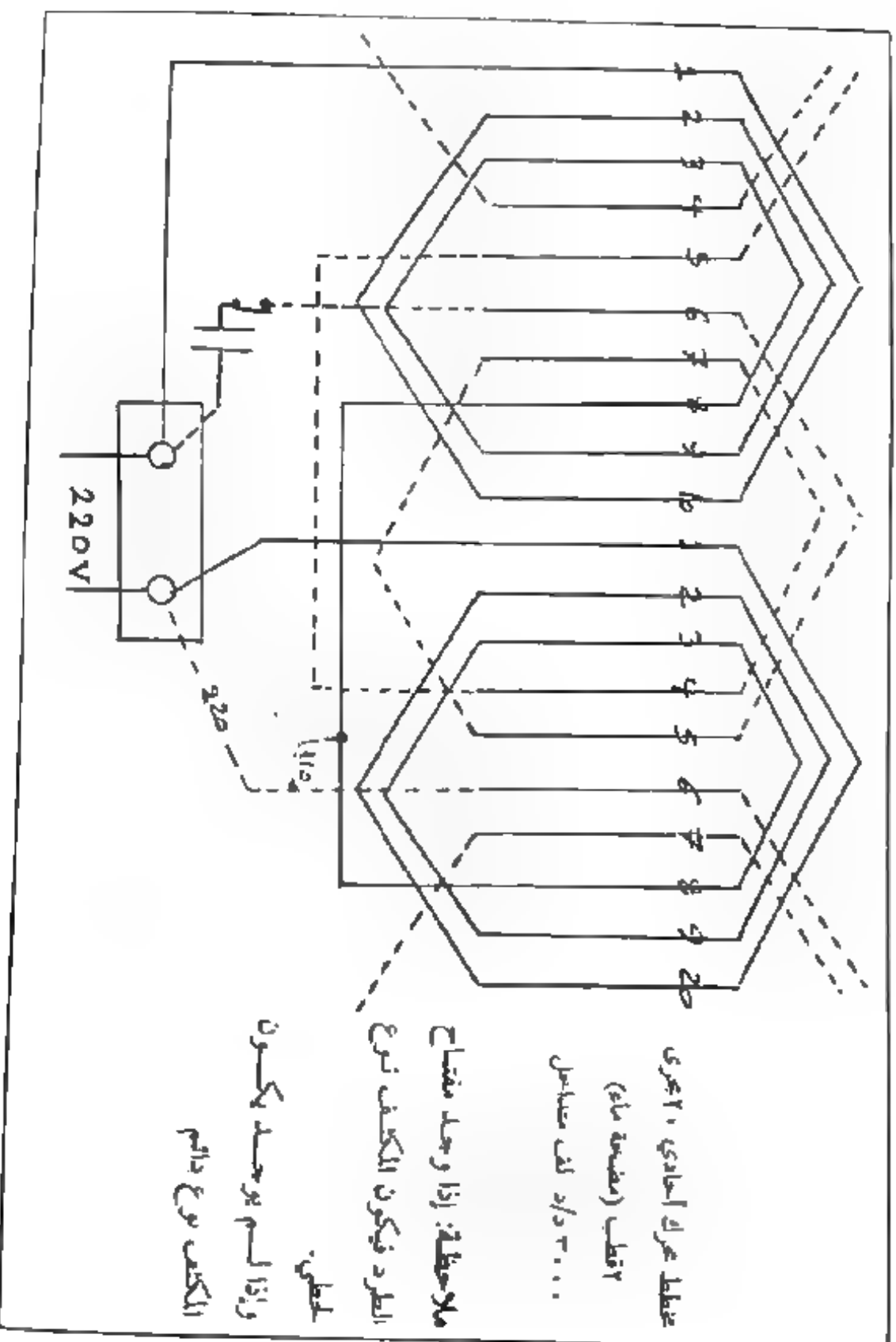


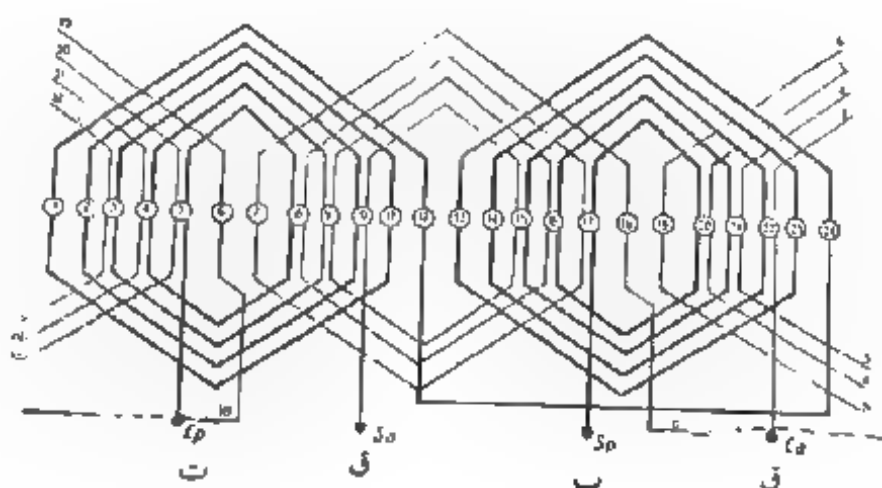
مخطط محرك أحادي ٢٤ مجرى ٤ قطب ١٥٠٠ د/د (عمالة عادية) لف متداخل

خطوة التشغيل: (١ - ٦ / ٢ - ٥)

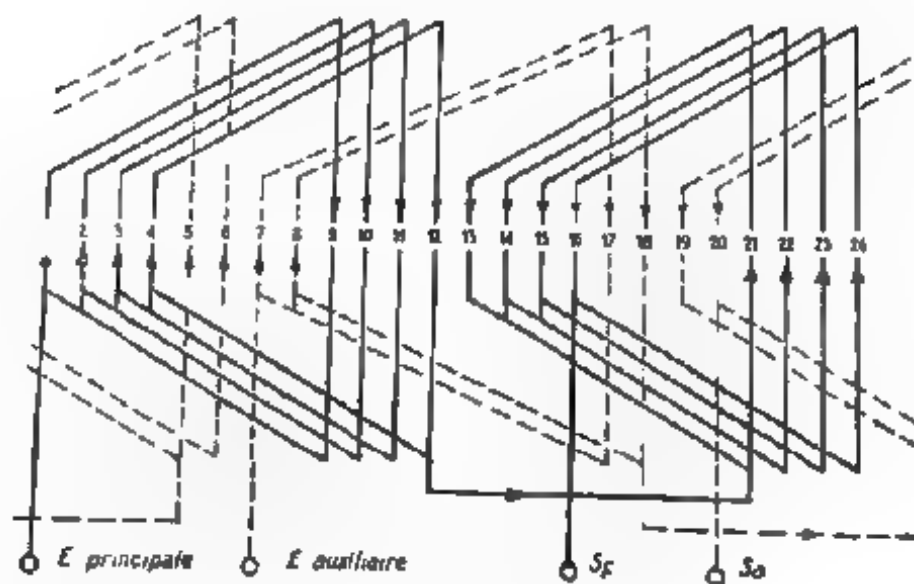
التوصيل نهاية مع نهاية وبداية مع بداية

الاقلاع حسب التوصيل الاصلي ١١٠ أو ٢٢٠ ف وحسب توتر المكثف



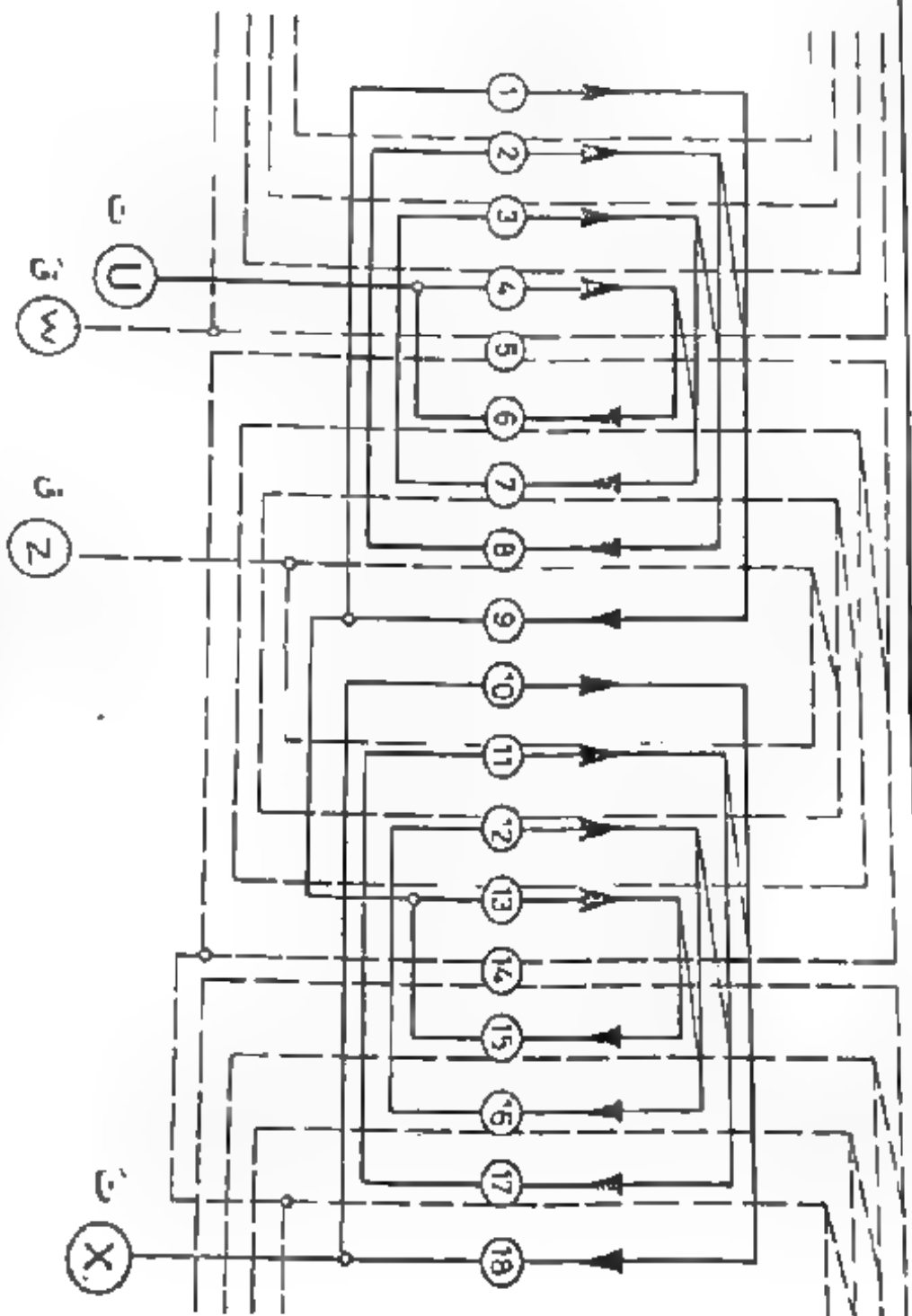


مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ بحري ٢ قطب لف متداخل  
 خطوة التشغيل ١ - ٢ / ١٢ - ٢ / ١١ - ٢ / ١٠ - ٩ (٩ - ٤)  
 خطوة الإقلاع (٧ - ١٨ - ٨ / ١٧ - ٩ / ١٦ - ١٠ - ١٥)  
 يوجد ١٢ بحري مشترك

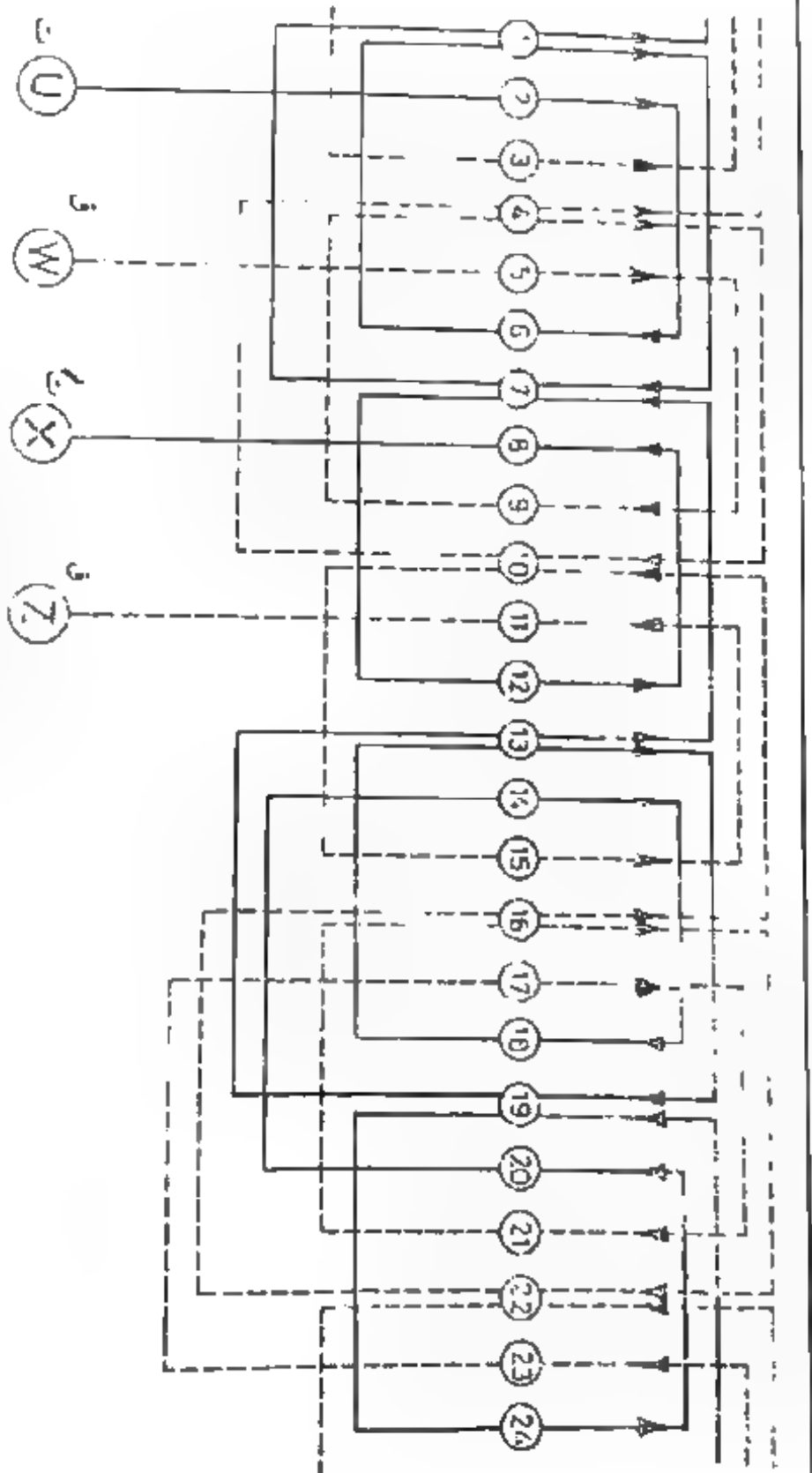


مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ بحري ٢ قطب لف متتالي  
 خطوة التشغيل (١ - ٢ / ٩ - ٢ / ١٠ - ٣ / ١١ - ٤ / ١٢) مجموعتين على التسلسل وخطوة  
 الإقلاع (٧ - ١٧ - ٨ / ١٨) يوجد انزياح ٩٠ كهربائية بين بداية الإقلاع وبداية التشغيل

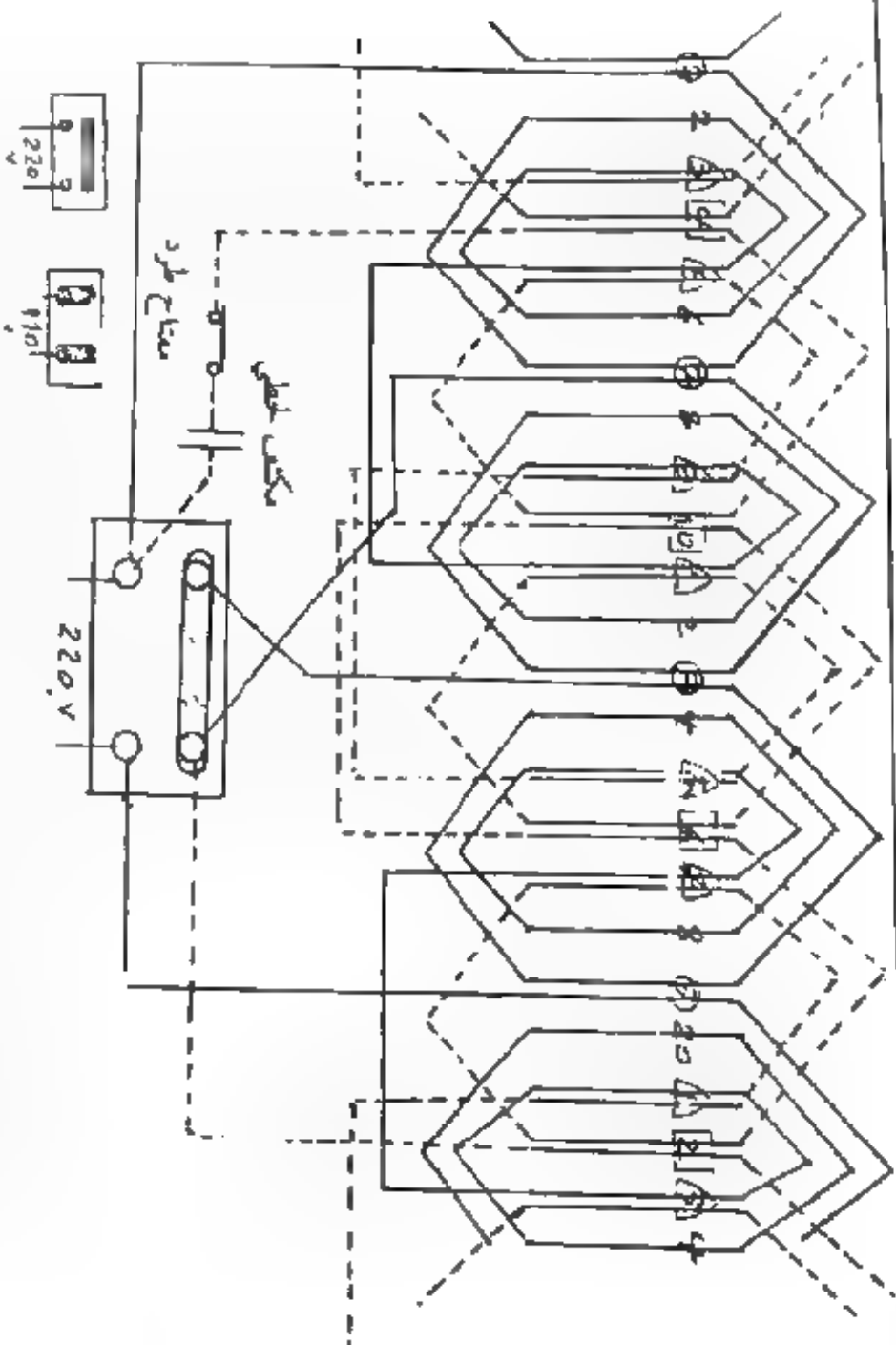




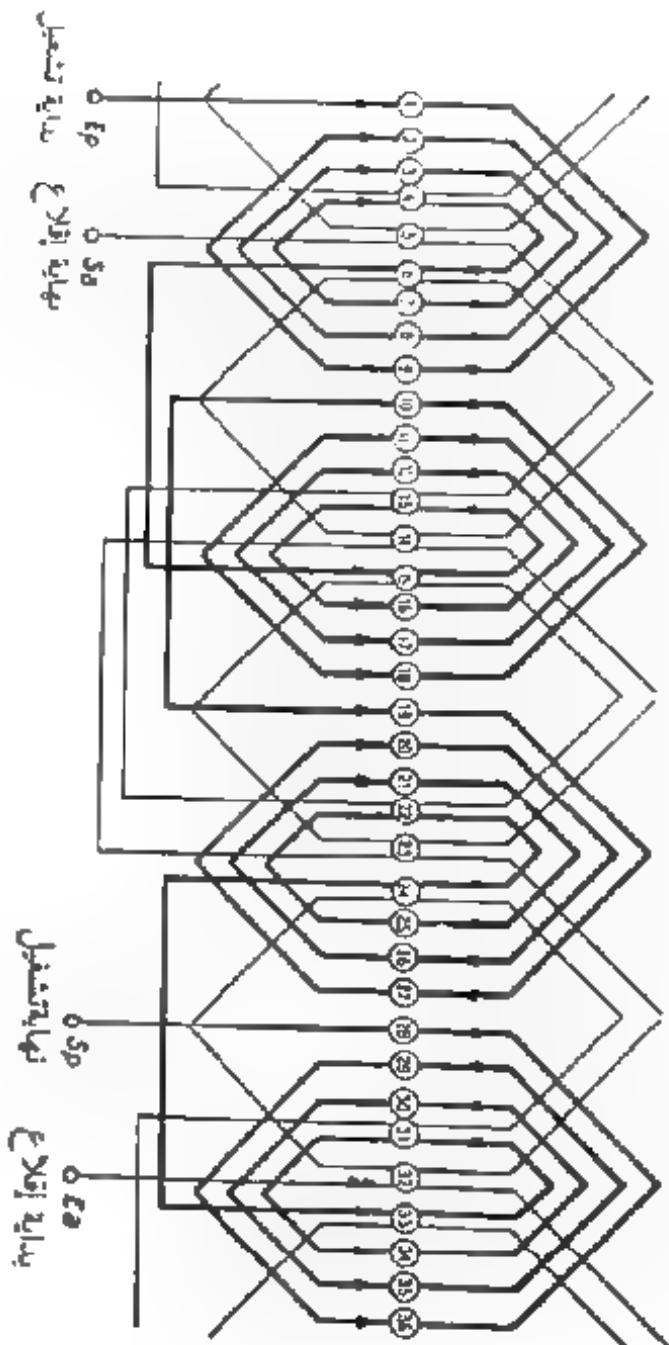
عخطيط عرك أحادي الطور ١٨ بحري ٤ قطب لم متداخل (١-٩-٢-٨-٣-٧-٤-٦)  
 لاحظ أن التوصيل بهاية المجموعة مع بداية المجموعة الثانية ليكون عدد الأقطاب - ضعف عدد المجموعات



عنقط عرك أحادي ٢٤ بحري ٤ قطب عطورة التشغيل: (١ - ٢ / ٧ - ٦)  
والاقلاع (٤ - ١٠ / ٥ - ٩) بمجموعات التشغيل على التسلسل والاقلاع على التسلسل



خطوط محرك أحادي الطور ٢٤ بحري ٤ قطب ١٥٠٠ د/د لف متداخل ملفات الأتلاف مع مكثف ومفتاح حر ١٠٠ف  
 توصيل المحرك ١٠٠ف أو ٢٢٠ف (حرك عسالة صبح معمل الأادقية) خطرة التشغيل (١-٧/٦-٣-٥)  
 التوصيل نهاية مع بداية وبداية مع بداية تسلسلي ١٦ بحري مشترك

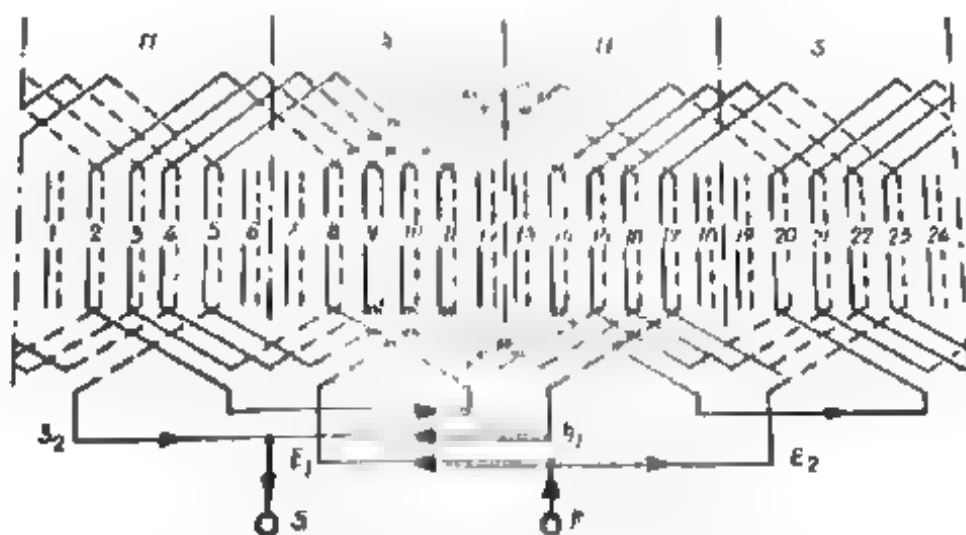


خطة عرك أحادي الطور، مكثف ٣٦ بحري ٤ قطب وصل المجموعات على التسلسل للتشغيل والاملاء  
 خطوة التشغيل (وسط عرض) (١ - ٩ - ٢ / ٨ - ٣ - ٧ - ٤ - ٦) خطوة الإقلاع (وسط ربيع) (٥ - ١٤ / ١ - ١٣)  
 ملاحظة: يوجد مجاري مشتركة للتشغيل والاملاء

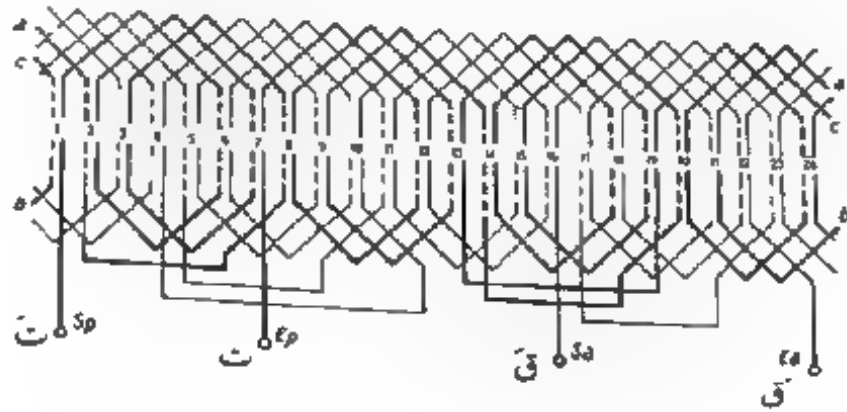
## مخططات محركات أحادية بذاة من ثلث المحرري



مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ محري ٤ قطب (تسلسلي) ضلعين في المحري  
١٦ محري يوزع فيها ملفات التشغيل  
٨ محري يوزع فيها ملفات الاقتلاع

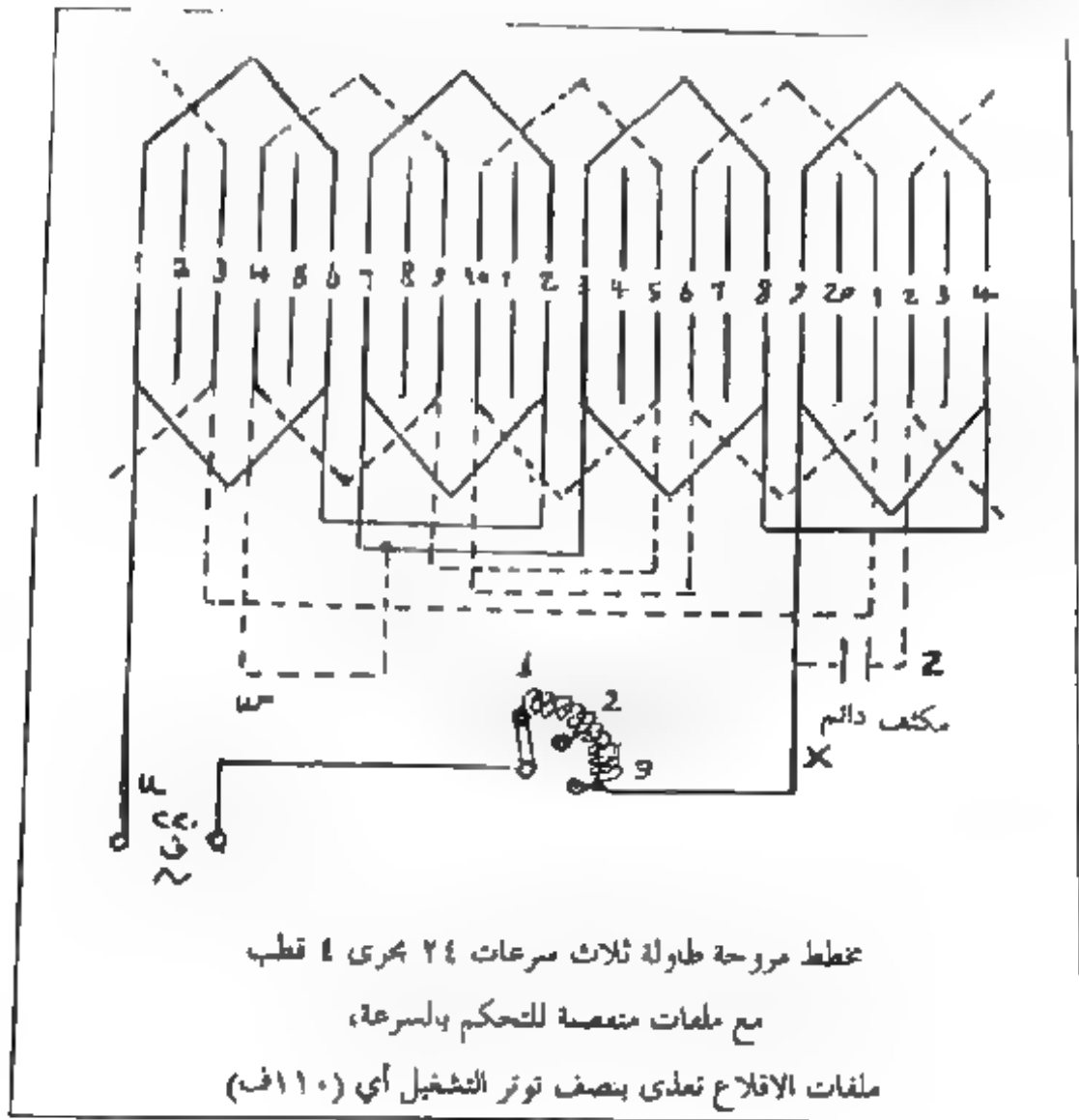


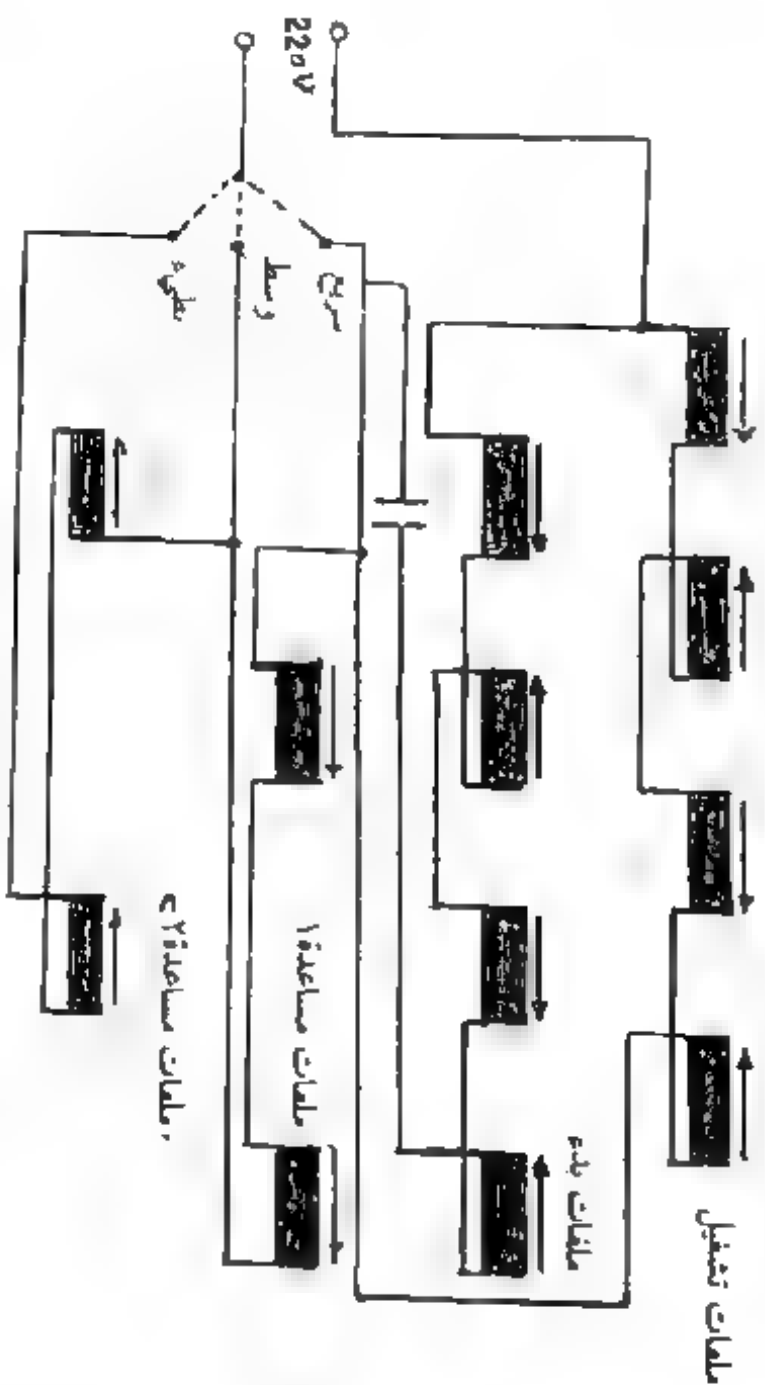
مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ محري ٤ قطب (تفرعي) ضلعين في المحري  
١٦ محري يوزع فيها ملفات التشغيل  
٨ محري يوزع فيها ملفات الاقتلاع



مخطط محرك أحادي الطور ٢٤ مجرى ٤ قطب (تسلسلي) لف متتالي  
 خطوة التشغيل (١ - ٦ / ٢ - ٧ / ٣ - ٨) ضلعين في المجرى  
 يوجد ٨ مجاري مشتركة بين التشغيل والاقلاع

## مخططات محركات المراوح:

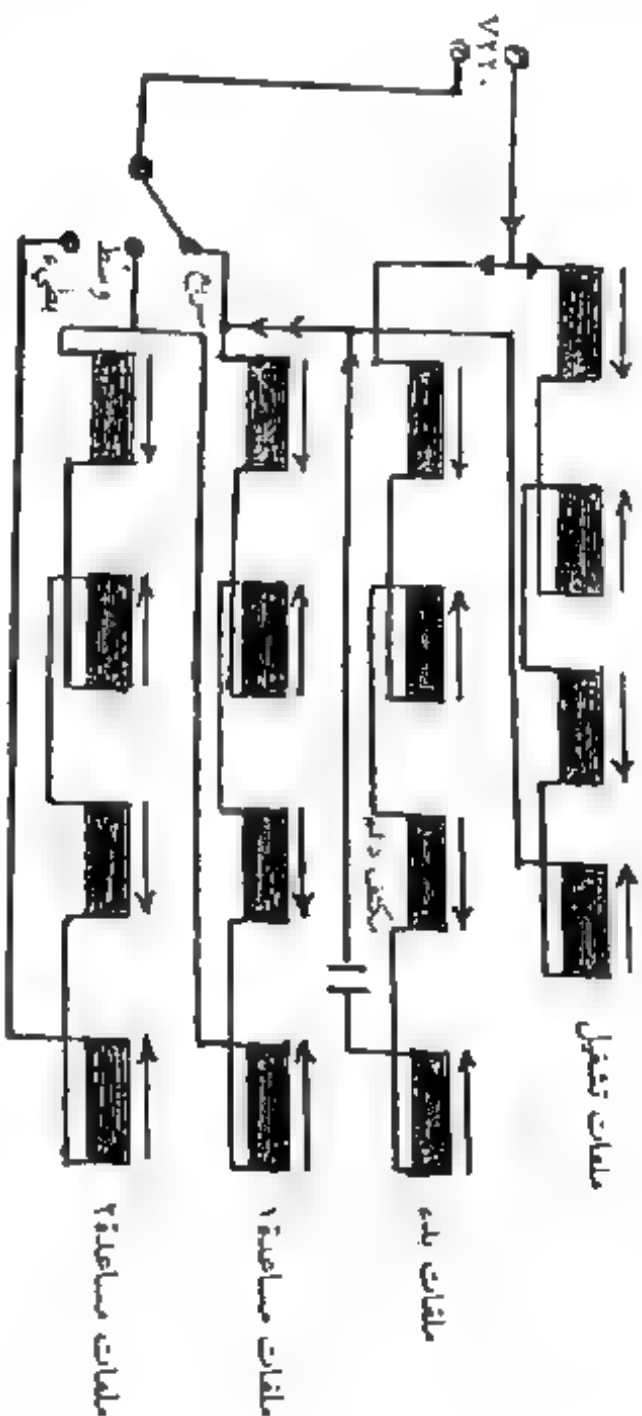




- مخطط المجموعات لمرحلة طارئة أو عودة ثلاث سرعات - ملفات السرعة مجازة ملفات المحرك
- ١ - عند السرعة العالية تسمى فقط ملفات التشغيل والبدء مع مكثف ثابت.
  - ٢ - عند السرعة المتوسطة تسمى الملفات المساعدة (١) على التسلسل مع ملفات 'ممر' و'توصيل' جديدة مع
  - ٣ - عند السرعة المنخفضة تسمى الملفات المساعدة (١) و'معدات المساعدة' (٢) على التسلسل ويمكن أن تسمى
- مداية (توصيل تسمى)
- تعمل على خفض سرعة المحرك

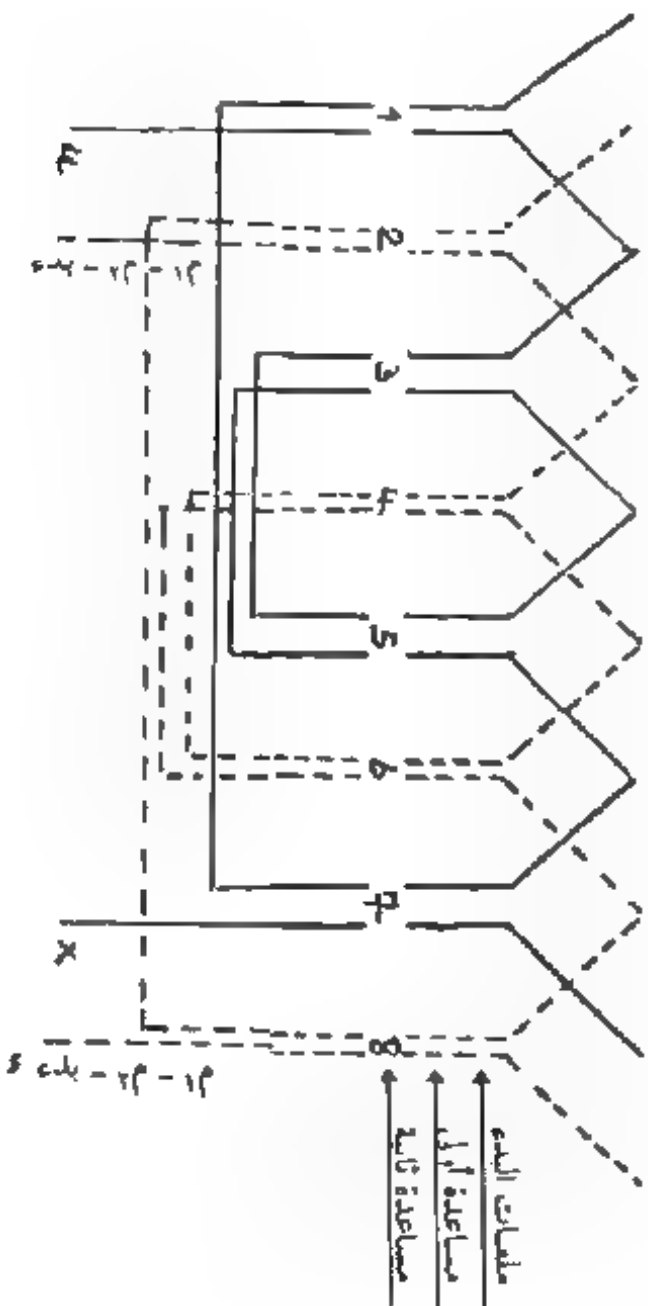






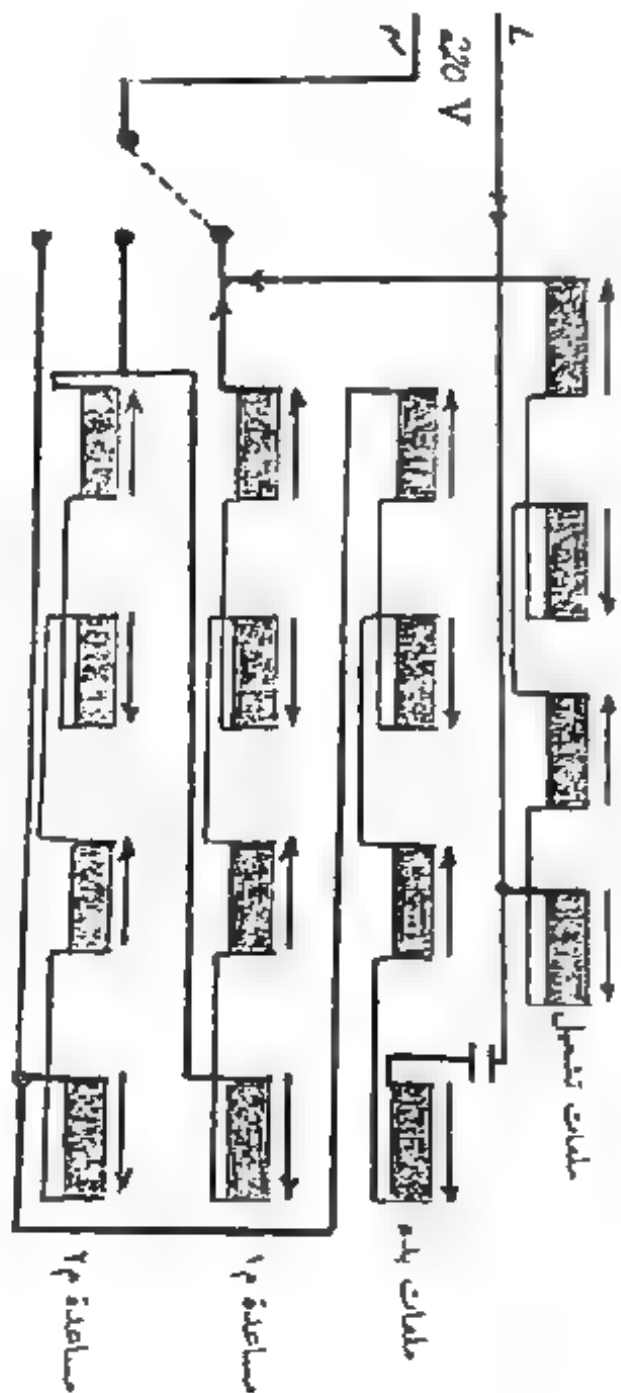
مخطط المجموعات لروحة عمود ثلاث سرعات ١ فطبخ ملفات وتخل المحرك بجوارزة الملفات البنية وتوصل على التسلسل مع ملفات المحرك.

- ١ - عند السرعة العالية ملفات السرعة لا يعطى التيار
- ٢ - عند السرعة المتوسطة توصل فقط الملفات المساعدة (١) على التسلسل مع المحرك
- ٣ - عند السرعة البطيئة توصل الملفات المساعدة (١ و ٢) على التسلسل مع المحرك

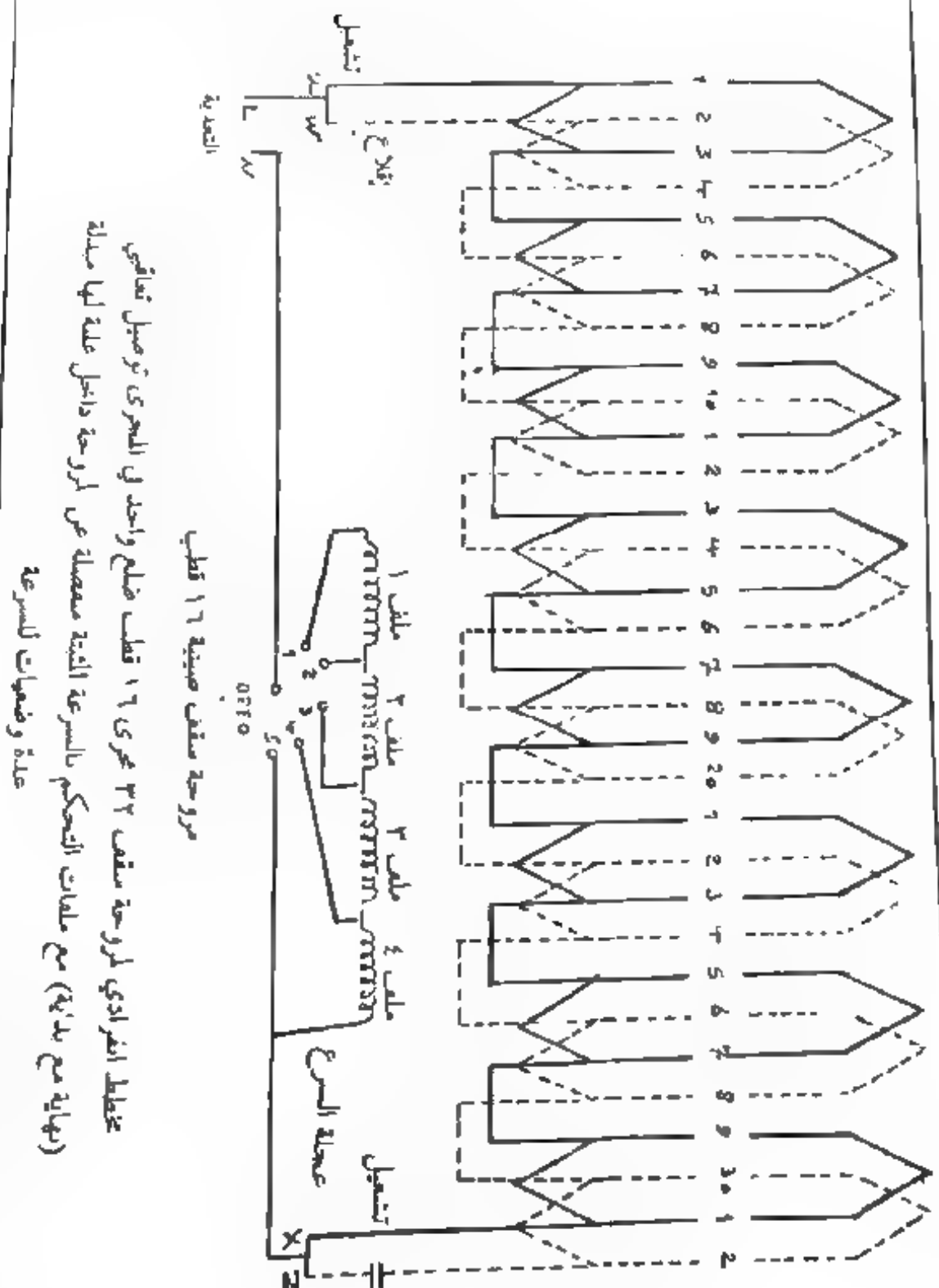


خطوط مطبات مروحة طارئة ثلاث سرعات  $A$  تجري ضلعي في المجرى - مطبات السرعة  
 مجاورة للمطبات البدء

يخرج من المجرى  $A$  أطراف -  $2$  تشغيل +  $2$  إقلاع +  $2$  مساعدة أولى +  $2$  مساعدة ثانية  
 يوصل البدء مع مكثف دائره ( $2$  ميكرونياد  $0.05$  في) مثلاً. توصل كما في خطط المجموعات  
 السابق - وتصبح الأطراف النهائية  $5$  أطراف فقط ثلاث أطراف للسرعة  $1 - 2 - 3$  وعط  
 للمكثف وخطط للتعبئة

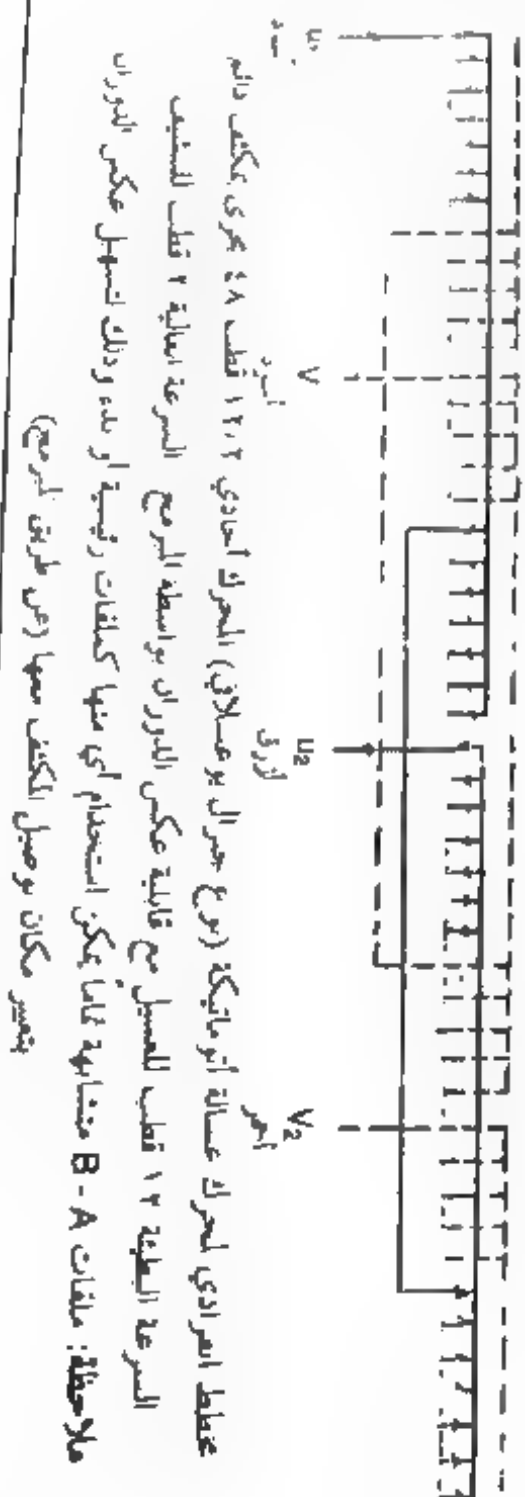
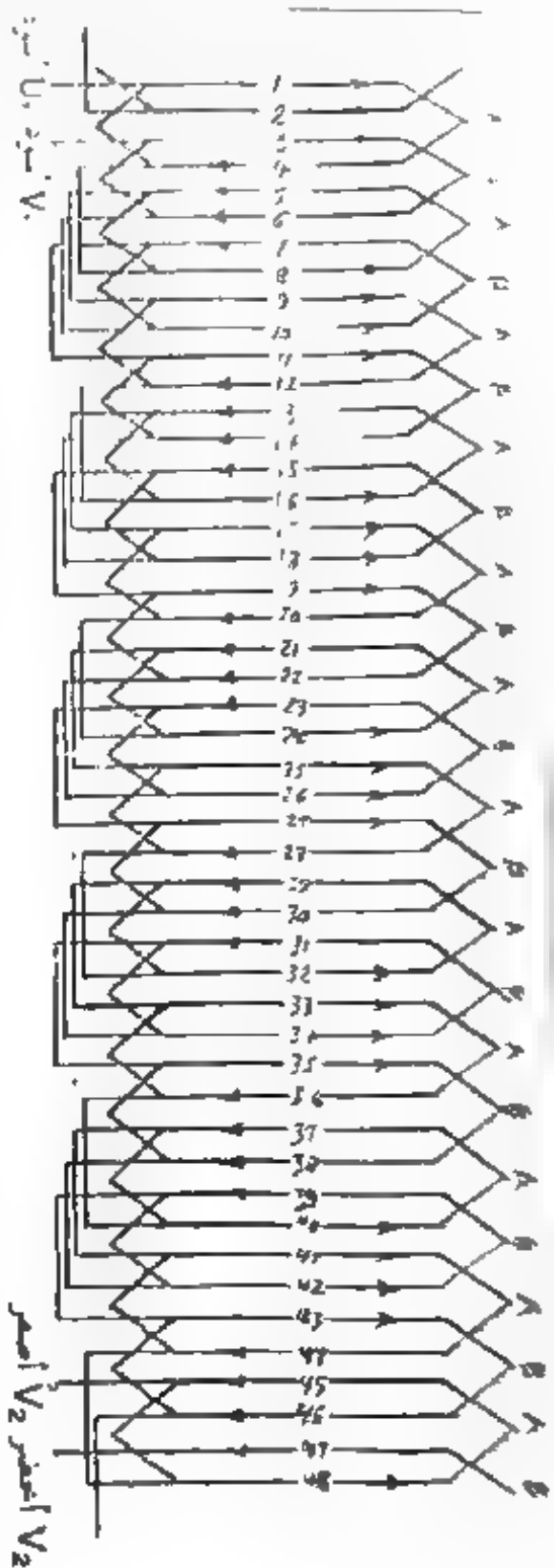


نموذج آخر لمخطط المجموعات للمفاتيح مروحة عمود أو طاولات ثلاث سرعات





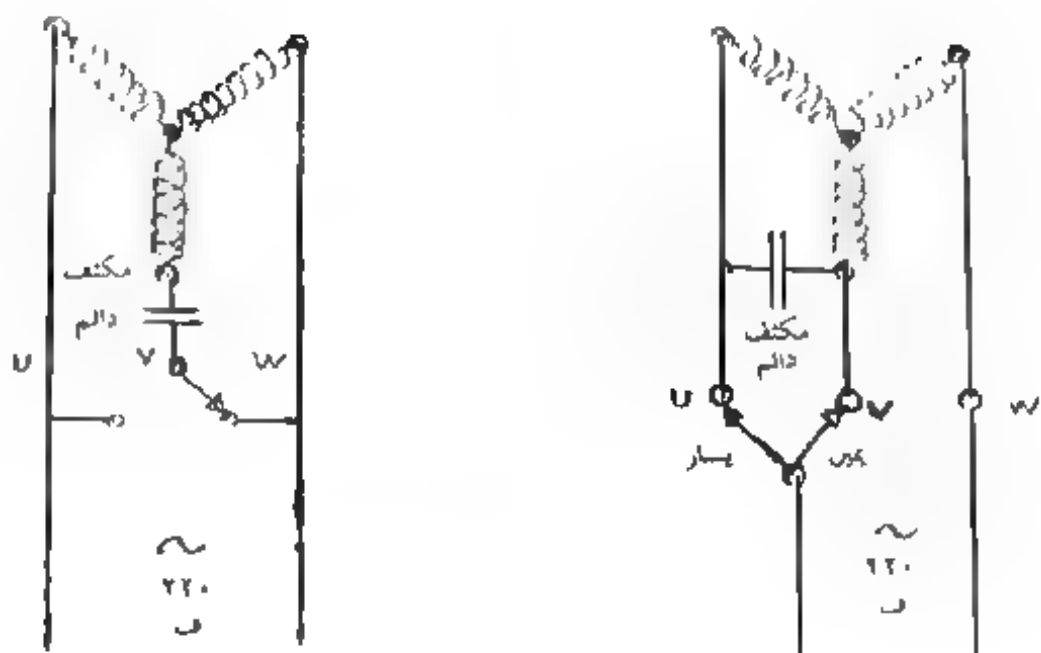
## محطات محطات الضخالة الأتوماتيكية (ذو السرعتين):



عناط اهرادي لحررك عسالة أوماتيكية (برع حرال برعسلاني) المحرك أهادي ١٢، ٢ قطب ٤٨ بحري يكلف دالم  
السرعة البطيئة ١٢ قطب للمسيل مع قابلية عكس الدوران بواسطة البرع السرعة اعالية ٢ قطب للشيء  
ملاحظة: ملفات A - B متشابهة تماماً كما يمكن استخدام أي منها كمفاتي رئيسية أو بدء وذلك لتسهيل عكس الدوران  
بتغير مكان توصيل المكثف معها (عن طريق البرع)







تشغيل محرك ثلاثي على تيار أحادي باستخدام مكثف دائم  
 توصيل الملفات بحسب (تستخدم في بعض محركات الضخالات الأتوماتيكية)  
 أ - نغير خط التغذية من U إلى V أو بالعكس.  
 ب - نغير طرف المكثف من U إلى W أو بالعكس.  
 يتم التغيير عن طريق المبرمج وذلك في شوطه الفسيل.



## فهرس مواضيع الكتاب

الصفحة	المواضيع
٥	مقدمة الكتاب
٧	<b>الفصل الأول: (المبادئ الأساسية في المهن الكهربائية)</b>
٧	- أنواع التيار الكهربائي - مصدر التيار الكهربائي - الموصلات - الموصلات الحرارية
١٤	- الأبعاد - المدحرات - الحملات الصوتية - الوصلات الحرارية
١٤	- المواد الناقلة والمواد العازلة
١٦	- الوحدات الكهربائية: الفولت - الأمبير - الواط - الأوم - الواط
٢٣	- الساعي - الهتر
٢٣	- الآفومتر - طريقة الاستخدام - الآفومتر الرقمي
٢٧	- بشة الأمبير - طريقة الاستخدام
٢٩	- الميكرومتر (قياس قطر الأسلاك)
٣٢	- الملفات والائر المغناطيسي للتيار: الملف واليار المستمر والمتناوب
٣٤	ملفات المحرك
٣٤	- الوصل على التسلسل - وصل ملفات المحرك (ملفين) وصل ملفات المحرك (٤ ملفات) - وصل المجموعات لمحرك (٤ قطب - ٨ قطب)
٣٩	- الوصل على التفرع - مواصفات الوصل على التفرع - وصل ملفات المحرك (ملفين) - (٤ ملفات)
٤٢	- طريقة وصل ملفات محرك على توترين ٢٢٠/١١٠ فولت
٤٥	- حساب شدة التيار التي تحملها الواقل - جداول شدة التيار والكثافة المسموح بها في الواقل.
٤٨	- مبدأ توليد التيار الكهربائي التحريضي:
	المنوبة الأحادية - المنوبة الثلاثية - قصر الدارة ولتكهرب - لخط الأرضي

- ٥٥ - الأسلاك المستخدمة في لف الآلات الكهربائية
- ٥٦ - جدول قطر ومقطع أسلاك اللف
- ٥٧ - أصناف العزل والمواد العازلة المستخدمة في أسلاك اللف
- ٥٨ - المواد المتعلقة باللف - طرق الورشة بعد اللف
- ٦٣ - العدد المتعلقة باللف - لوحة التحريم

## ٦٥ الفصل الثاني : (المحولات الكهربائية)

- ٦٥ - أنواع المحولات - أجزاء المحول - مبدأ عمل المحول
- ٧٢ - مفاهيم المحول - استطاعة المحول - مردود المحول
- ٧٤ - أنواع المحولات الأحادية - العادي - الدائري - المتعدد المراحل - المحول الدائري الدور
- ٧٧ - المحولات الثلاثية الطور - توصيل الملفات النجمي - المثلثي
- ٨٢ - استطاعة المحول الثلاثي - تهوية وتبريد المحولات
- ٨٤ - استخدام المحولات - محولات القياس
- ٨٦ - محولات دارات القويم - نصف موجة - موجة كاملة
- ٨٨ - تصميم المحول الأحادي
- ٩٢ - جدول المعلومات لصنع محول - مثال عملي لتصميم محول
- ٩٦ - صنع بكرة المحول - ورنشة المحول - كشف أعطال المحول

## ٩٩ الفصل الثالث : (المنظمات الكهربائية)

- ٩٩ - المنظم وهبوط التوتر
- ١٠٠ - المنظم اليدوي
- ١٠٤ - ميزات ومساوئ المنظم اليدوي

- ١٠٥ - المظم نصف أوممائيك - الم يابه الممماطيسية
- ١٠٧ - المظم الآلي ذو الممرك - المارة المالمرواية - ميرات المنظم ذو الممرك
- ١١٠ - المظم ذو الممليات (٣ مراحل) - (٤ مراحل) مع الممعططات
- ١١٥ **الفصل الرابع: (الممركات الممهربائية)**
- ١١٥ - أنوام الممركات: ١ - ممب نوع الممار - ٢ - ممب الممضو المما
- ١٢٠ - الممرك الممهربائي المما
- ١٢٣ - ممبأ عمل الممرك المملي الممور
- ١٢٥ - اممطاعة الممرك - مرمو الممرك - عامل الممطاعة - مرمعة الممور
- ١٢٨ - موصيل ملمات الممرك المملي (المممي - المملي)
- ١٣١ - إقلاع ومشميل الممركات المميرة الممطاعة
- ١٣٣ - أنوام الموصيل المما على للممرك المملي
- ١٣٦ - امعطال الممركات الممالية
- ١٣٩ - اممخدام الممسة (أداة نزع المرومان)
- ١٤١ - مموذج طرق ممابعة عطل ما في الممرك
- ١٤٢ - الممرك ذو الموائر الممفوف - إقلاع الممرك
- ١٤٥ - ممبول اممطاعة الممركات
- ١٤٧ - الممرك الموافق (المزاممي) - طريقة الممفيل - الممواص
- ١٤٩ - الممركات الأمادية الممور - ممبأ العمل - ممماح الممرد - الممكف وملمات الإقلاع
- ١٥٥ - للمكف الممطي والمما - طرق ممص للمكف - معة للمكف - موصيل للممما
- ١٦٠ - أنوام الممركات الأمادية -
- ١٦٣ - ممرب وممفيل ممرك مملي على ميار أمادي

١٦٥	- لمحركات ذات السرعة
١٦٦	- أعطال المحرك الأحادي
١٦٩	<b>الفصل الخامس: (المبادئ العملية لللف)</b>
١٦٩	- الملف مجموعة الملف المتداخل و المتناهي - الخطوة القطرية - خطوة اللف
١٧٢	- إعادة لف المحرك وعلامات احتراق الملفات
١٧٣	- خطوات إعادة لف المحرك
١٨٢	- ورشة الملفات وطرق الورشة
١٨٥	- الأعطال العامة لمحركات التيار المتناوب الثلاثي
١٨٩	- الأخطاء الطارئة أثناء اللف وبعده - كشف التلامس والدارات المفتوحة
	كشف القصر - كشف المجموعات العكسية
١٩٢	- طرق وصل أسلاك اللف
١٩٥	<b>الفصل السادس: (المحركات المتعددة السرعات)</b>
١٩٥	- طرق تحقيق تعدد السرعات - طريقة الملفات المنفصلة
١٩٦	- توصيل محرك غسالة أتوماتيك
١٩٨	- طريقة الملفات المشتركة (طريقة دلهندر ولندسروم)
٢٠٠	- التوصيل بطريقة الاستطاعة الثابتة والعزم الثابت
٢٠٣	- المحركات ذات الثلاث سرعات - طريقة التحكم بسرعة المراوح
٢٠٩	<b>الفصل السابع: (آلات التيار المستمر)</b>
٢٠٩	- مبدأ عمل المولد - أجزاء المولد
٢١٤	- الأقطاب المساعدة - ملفات التعويض
٢١٨	- أنواع التوصيل في آلات التيار المستمر

٢٢١

- أنواع الحريض في مولد التيار المستمر

٢٢٢

- دراسة ملفات المتحريض الدائر - نصف لاطبائي - نصف التاموجي

٢٢٧

### الفصل الثامن: (المحركات العمومية)

٢٢٧

- العصور الكهت - العصور الدائر - لمجمع والفحمت

٢٢٩

- أنواع المحركات العمومية

٢٣٢

- طريقة تخفيف الشويش في المحرك العمومي

٢٣٣

- أعطال المحرك العمومي

٢٣٥

- التحكم بسرعة بعض المحركات العمومية

٢٣٧

- طريقة فحص وإصلاح المحرك ذو المجمع والفحمت - استخدام

الروام في الفحص - طريقة الجهار ذو السماعه - الفحص بالجهاز ذو الشاشة

٢٤٢

- صيانة وإصلاح المجمع والفحمت في المحرك العمومي

٢٤٤

- طريقة لف العصور الدائر للمحركات الصغيرة

٢٥٠

- توصيل الأطراف مع قطع المجمع - لحام الأطراف

٢٥٣

### الفصل التاسع: (المنوبات)

٢٥٣

- المنوبة وأهمية التيار المتناوب - أنواع المنوبات

٢٥٥

- أقسام المنوبة

٢٥٩

- نوتر المنوبة - تردد المنوبة - الدارات الالكترية في تنظيم عمل المنوبة

٢٦٢

- المنوبة الصغيرة في السيارة - الأجزاء - الأعطال

٢٦٥

- تقويم التيار المتناوب - أنواع دارات التقويم - نصف موجة - موجة

كاملة - دائرة جسر

٢٦٨

- تقويم التيار الثلاثي الطور

٢٦٩ الفصل العاشر: (إعادة لف محرك على مواصفات جديدة)

- ٢٦٩ - تغيير التوتر مع ثبات الاستطاعة - تغيير الاستطاعة مع ثبات التوتر  
- تغيير الاستطاعة والتوتر معا - تغيير سرعة الأقطاب  
٢٧٢ - الحساب المبسط لعدد لفات المحرك التحريضي  
٢٧٥ - حساب مقطع الناقل

٢٧٧ الفصل الحادي عشر: (مخططات لف المحركات)

- ٢٧٧ - طريقة رسم المخطط الانفرادي لمحرك ثلاثي  
٢٨١ - مخطط محرك ثلاثي ٢٤ بحري ٤ قطب - انفرادي - دائري  
٢٨٤ - مخطط محرك ثلاثي ١٢ بحري ٤ قطب  
٢٨٥ - مخطط محرك ثلاثي ٢٤ بحري ٢ قطب متداخل - متالي - تسلسلي - ثمرعي  
٢٨٨ - مخطط محرك ثلاثي ٣٦ بحري ٢ قطب  
٢٨٩ - مخطط محرك ثلاثي ٣٦ بحري ٦ قطب - تسلسلي  
٢٨٩ - مخطط محرك ثلاثي ٣٦ بحري ٤ قطب متداخل  
٢٩٠ - مخطط محرك ثلاثي ٣٦ بحري ٤ قطب ضلع واحد في المحرى  
٢٩٠ - مخطط محرك ثلاثي ٢٤ بحري ٤ قطب ضلع واحد في المحرى  
٢٩١ - مخطط محرك ثلاثي ٢٤ بحري ٤ قطب خطوة قصيرة  
٢٩١ - مخطط محرك ثلاثي ١٨ بحري ٢ قطب ضلع واحد في المحرى  
٢٩٢ - مخطط محرك ثلاثي ١٨ بحري ٤ قطب (مجموعتين غير متماثلتين)  
٢٩٣ - مخطط محرك ثلاثي ٣٠ بحري ٤ قطب (مجموعات غير متماثلة)  
٢٩٤ - مخطط محرك ثلاثي ٣٠ بحري ٢ قطب ضلع واحد في المحرى  
٢٩٥ - مخطط محرك ثلاثي ٣٩ بحري ٦ قطب (بحاري فارغة)  
٢٩٦ - مخطط محرك ثلاثي ٤٨ بحري ٤ قطب ضلع واحد في المحرى - تسلسلي



- ٢٩٨ . اللف بطريقة ضلعين في المجرى
- ٢٩٩ - مخطط محرك ثلاثي ١٢ بحري ٢ قطب (ضلعين في المجرى)
- ٢٩٩ - مخطط محرك ثلاثي ١٨ بحري ٢ قطب (ضلعين في المجرى)
- ٣٠٠ - مخطط محرك ثلاثي ٢٤ بحري ٢ قطب (ضلعين في المجرى)
- ٣٠١ - مخطط محرك ثلاثي ٢٤ بحري ٤ قطب (تسلسلي - تفرعي)
- ٣٠٣ - مخطط محرك ثلاثي ٣٦ بحري ٨ قطب (ضلعين في المجرى - تسلسلي)
- ٣٠٤ - حركات السرعتين الثلاثية
- ٣٠٤ - مخطط محرك ثلاثي ١٢ بحري ٤/٢ قطب (طريقة دهندر)
- ٣٠٤ - مخطط محرك ثلاثي ٣٦ بحري ٤/٢ قطب
- ٣٠٥ - مخطط محرك ثلاثي ٤٩ بحري ٨/٤ قطب
- ٣٠٦ - مخطط محرك ثلاثي ٢٤ بحري ٤/٢ قطب (توصيل اللوحة)
- ٣٠٧ - مخطط محرك ثلاثي ٢٤ بحري ٨/٤ قطب
- ٣٠٨ - أنواع توصيل المحركات ذات السرعتين
- ٣٠٩ - المخطط الانفرادي للمحرك الأحادي الصور - حساب خطوات اللف
- ٣١١ - مخطط محرك أحادي ٢٤ بحري ٤ قطب (غسالة عادية)
- ٣١٢ - مخطط محرك أحادي ٢٠ بحري ٢ قطب (مضخة ماء)
- ٣١٣ - مخطط محرك أحادي ٢٤ بحري ٢ قطب متداخل - متالي
- ٣١٤ - مخطط محرك أحادي ١٨ بحري ٤ قطب متداخل (التوصيل بهاية مع بداية)
- ٣١٥ - مخطط محرك أحادي ٢٤ بحري ٤ قطب (بعض المحاري مشتركة)
- ٣١٦ - مخطط محرك أحادي ٢٤ بحري ٤ قطب (محرك غسالة مصنع اللاذقية)
- ٣١٧ - مخطط محرك أحادي ٣٦ بحري ٤ قطب (بعض المحاري مشتركة)
- ٣١٨ - مخططات حركات أحادية ضلعين في المجرى
- ٣١٨ - مخطط محرك أحادي ٢٤ بحري ٤ قطب ضلعين في المجرى تسلسلي وتفرعي

- ٣٢٠ - محركات الترويح
- ٣٢١ - محط محرك مروحة ٢٤ بحري ٤ قطب (مروحة طاولة)
- ٣٢١ - محط المجموعات لمروحة طاولة أو عمود ثلاث سرعات
- ٣٢٢ - محط محرك عمود ١٦ بحري ثلاث سرعات
- ٣٢٣ - محط المجموعات لمروحة عمود ٤ قطب ثلاث سرعات
- ٣٢٤ - محط محرك مروحة طاولة ٨ بحري ثلاث سرعات (ضلعين في المحري)
- ٣٢٥ - محط المجموعات لمروحة عمود أو طاولة ثلاث سرعات
- ٣٢٦ - محط محرك مروحة سقف صنف ٣٢ بحري ١٦ قطب
- ٣٢٧ - محط محرك مروحة KDK سف ٣٢ بحري ١٦ قطب
- ٣٢٨ - محطات محرك الفسالات الأتوماتيكية
- ٣٢٨ - محط محرك غسالة أتوماتيك ٤٨ بحري ١٢/٢ قطب برع (جرال يوعسلالي)
- ٣٢٩ - محط محرك غسالة أتوماتيك وطني ٤٨ بحري ١٢/٢ قطب
- ٣٣١ - محط محرك غسالة أتوماتيك ٤٨ بحري ١٦/٢ قطب
- ٣٣٣ الفهرس



الكهربائية ، المتداول الكهربائية ، جدول يوضح قيم المكونات لسوالات الوجهة كذا الحد 222 موات هذه التجهيز مكلف واحد طبق من مضاف ضروري مركزى

القيمة المضافة	قيمة المكونات المأزوم		عدد المكونات	مجموع المكونات	القيمة المضافة للمنتج	
	مبلغ المكونات	نسبة المضاف			مبلغ	القيمة المضافة
1 - 2 - 3 - 4	مبلغ المكونات * مضاف موزون	100 - 100 - 100	شخص	شخص	1 - 2 - 3 - 4	1 - 2 - 3 - 4
1 - 2 - 3 - 4	مبلغ المكونات * مضاف موزون	100 - 100 - 100	شخص	شخص	1 - 2 - 3 - 4	1 - 2 - 3 - 4
1 - 2 - 3 - 4	مبلغ المكونات * مضاف موزون	100 - 100 - 100	شخص	شخص	1 - 2 - 3 - 4	1 - 2 - 3 - 4
1 - 2 - 3 - 4	مبلغ المكونات * مضاف موزون	100 - 100 - 100	شخص	شخص	1 - 2 - 3 - 4	1 - 2 - 3 - 4
1 - 2 - 3 - 4	مبلغ المكونات * مضاف موزون	100 - 100 - 100	شخص	شخص	1 - 2 - 3 - 4	1 - 2 - 3 - 4

تحديد المكثف المناسب لتشغيل محرك 3 فاز على فاز ونتر

## INTENSITE MOTEURS TRI NORMALISES 230V/400

Valeur condensateur couplage triangle en mono 230v.

Hauteur d'axe	Diam Arbre	3.000 Trs/mn				1.500 Trs/mn				1.000 Trs/mn			
		Puiss. KW	I 400v	I 230v	$\mu F$	Puiss. KW	I 400v	I 230v	$\mu F$	Puiss. KW	I 400v	I 230v	$\mu F$
56	9	0,09Kw	0,25A	0,43A	6 $\mu f$	0,06Kw	0,24A	0,42A	6 $\mu f$				
56	9	0,12Kw	0,32A	0,55A	8 $\mu f$	0,09Kw	0,31A	0,54A	8 $\mu f$				
63	11	0,18Kw	0,50A	0,87A	13 $\mu f$	0,12Kw	0,44A	0,76A	11 $\mu f$	0,09Kw	0,46A	0,80A	12 $\mu f$
63	11	0,25Kw	0,74A	1,28A	18 $\mu f$	0,18Kw	0,65A	1,13A	16 $\mu f$	0,12Kw	0,59A	1,02A	15 $\mu f$
71	14	0,37Kw	0,94A	1,63A	23 $\mu f$	0,25Kw	0,78A	1,35A	19 $\mu f$	0,18Kw	0,86A	1,52A	22 $\mu f$
71	14	0,55Kw	1,32A	2,29A	32 $\mu f$	0,37Kw	1,06A	1,84A	26 $\mu f$	0,25Kw	1,10A	1,91A	27 $\mu f$
80	19	0,75Kw	1,72A	2,98A	42 $\mu f$	0,55Kw	1,60A	2,77A	39 $\mu f$	0,37Kw	1,22A	2,11A	30 $\mu f$
80	19	1,1Kw	2,55A	4,42A	62 $\mu f$	0,75Kw	2,10A	3,64A	51 $\mu f$	0,55Kw	1,73A	3,00A	42 $\mu f$
80	19					0,90Kw	2,36A	4,09A	57 $\mu f$				
90	22	1,5Kw	3,35A	5,80A	81 $\mu f$	1,1Kw	2,62A	4,54A	63 $\mu f$	0,75Kw	2,43A	4,21A	59 $\mu f$
90	22	2,2Kw	4,55A	7,88A	110 $\mu f$	1,5Kw	3,40A	5,89A	82 $\mu f$	1,1Kw	3,15A	5,46A	76 $\mu f$
90	22					1,8Kw	4,10A	7,10A	99 $\mu f$				
100	24	3,0Kw	5,15A	10,66A	148 $\mu f$	2,2Kw	5,15A	8,92A	124 $\mu f$	1,5Kw	3,90A	6,75A	94 $\mu f$
100	28					3,0Kw	6,70A	11,60A	161 $\mu f$				
112	28	4,0Kw	8,40A	14,55A	202 $\mu f$	4,0Kw	8,80A	15,24A	212 $\mu f$	2,2Kw	5,35A	9,27A	129 $\mu f$

Le présent tableau tient compte de la tension 230v et de la fréquence 50P

Pour d'autre tensions, fréquences et intensités appliquer la formule  $\mu f = 16,28/U^2 F^0,000001$

جدول خاص لقيم التكاليف لمحركات الوجه الواحد 220 فولت بدون مفتاح طرفي مركزي

نسبة الخطأ	سعة التكلفة اللازمة	جهد التخرج فولت	المحرك يعمل بمكلف بدون مفتاح طرفي مركزي	قدرة المحرك	
				حصان	ك. واط
± 5 %	UF 1.18	220 فولت	بدون مفتاح	0.059	0.044
± 5 %	UF 1.78	220	بدون	0.089	0.066
± 5 %	UF 2.03	220	بدون	0.0118	0.068
± 5 %	UF 2.9	220	بدون	0.148	0.11
± 5 %	UF 3.3	220	بدون	0.7	0.125
± 5 %	UF 4.00	220	بدون	0.25	0.180
± 5 %	UF 6.75	220	بدون	0.31	0.250
± 5 %	UF 9.99	220	بدون	0.30	0.370
± 5 %	UF 14.85	220	بدون	0.75	0.550
± 5 %	UF 10.98	220	بدون	1.00	0.740
± 10 %	UF 29.7	220	بدون	1.50	1.100
± 5 %	UF 40.5	220	بدون	2.00	1.500
± 5 %	UF 59.4	220	بدون	3.00	2.200
± 5 %	UF 81	220	بدون	4.10	3.0000





## إهداء من مجموعة شركات فتحى حسن

عدد الأضلاع في الشكل	أربعة أطراف	ثلاثة أطراف	طرفين	القطر بالملي
60	$0.8 + 0.75 \times 3$	$0.95 + 0.9 \times 2$	$1.1 + 1.1$	1.55
56	$0.8 \times 4$	$0.95 \times 3$	$1.15 + 1.1$	1.60
53	$0.85 \times 2 + 0.8 \times 2$	$1 + 0.95 \times 2$	$1.2 + 1.15$	1.65
50	$0.85 \times 4$	$1 \times 3$	$1.2 + 1.2$	1.70
47	$0.9 \times 2 + 0.85 \times 2$	$1.05 + 1 \times 2$	$1.25 + 1.25$	1.75
44	$0.9 \times 4$	$1.1 + 1.05 \times 2$	$1.3 + 1.25$	1.80
42	$0.95 \times 2 + 0.9 \times 2$	$1.1 \times 3$	$1.3 + 1.3$	1.85
40	$0.95 \times 4$	$1.2 + 1.1 \times 2$	$1.35 + 1.35$	1.90
38	$1 \times 2 + 0.95 \times 2$	$1.15 + 1.2 \times 2$	$1.4 + 1.35$	1.95
36	$1 \times 4$	$1.2 \times 3$	$1.4 + 1.4$	2.00
34	$1.05 \times 2 + 1 \times 2$	$1.25 + 1.2 \times 2$	$1.45 + 1.4$	2.05
32	$1.05 \times 4$	$1.3 + 1.25 \times 2$	$1.5 + 1.45$	2.10
31	$1.1 \times 2 + 1.05 \times 2$	$1.25 + 1.3 \times 2$	$1.55 + 1.55$	2.15
30	$1.1 \times 4$	$1.3 + 1.35 \times 2$	$1.6 + 1.55$	2.20
28	$1.15 \times 2 + 1.1 \times 2$	$1.35 \times 3$	$1.6 + 1.6$	2.25
27	$1.15 \times 4$	$1.4 + 1.35 \times 2$	$1.65 + 1.6$	2.30
26	$1.2 \times 2 + 1.15 \times 2$	$1.4 \times 3$	$1.7 + 1.65$	2.35
25	$1.2 \times 4$	$1.45 + 1.4 \times 2$	$1.7 + 1.7$	2.40
24	$1.25 \times 2 + 1.2 \times 2$	$1.45 \times 3$	$1.75 + 1.75$	2.45
23	$1.25 \times 4$	$1.45 + 1.5 \times 2$	$1.85 + 1.85$	2.50

عدد الأضلاع في الشكل	أربعة أطراف	ثلاثة أطراف	طرفان	القطر بالملي
573	$0.25 \times 4$	$0.3 \times 3$	$0.3 + 0.3$	0.50
473	$0.3 \times 2 + 0.25 \times 2$	$0.3 + 0.35 \times 2$	$0.4 + 0.35$	0.55
398	$0.3 \times 4$	$0.35 \times 3$	$0.4 + 0.4$	0.60
339	$0.35 + 0.3 \times 3$	$0.4 \times 3$	$0.5 + 0.45$	0.65
292	$0.35 \times 4$	$0.45 + 0.4 \times 2$	$0.5 + 0.5$	0.70
255	$0.4 + 0.35 \times 2$	$0.45 \times 3$	$0.55 + 0.5$	0.75
224	$0.4 \times 4$	$0.5 + 0.45 \times 2$	$0.6 + 0.55$	0.80
198	$0.45 \times 2 + 0.4 \times 2$	$0.55 + 0.5 \times 2$	$0.6 + 0.6$	0.85
177	$0.45 \times 4$	$0.55 \times 3$	$0.65 + 0.65$	0.90
159	$0.45 + 0.4 \times 3$	$0.6 + 0.55 \times 2$	$0.7 + 0.65$	0.95
143	$0.5 \times 4$	$0.6 \times 3$	$0.7 + 0.7$	1.00
130	$0.55 \times 2 + 0.5 \times 2$	$0.6 + 0.65 \times 2$	$0.75 + 0.7$	1.05
118	$0.55 \times 4$	$0.65 \times 3$	$0.8 + 0.75$	1.10
108	$0.6 \times 2 + 0.55 \times 2$	$0.7 + 0.65 \times 2$	$0.85 + 0.8$	1.15
99	$0.6 \times 4$	$0.7 \times 3$	$0.85 + 0.85$	1.20
92	$0.65 \times 2 + 0.6 \times 2$	$0.75 + 0.7 \times 2$	$0.9 + 0.85$	1.25
85	$0.65 \times 4$	$0.8 + 0.75 \times 2$	$0.95 + 0.9$	1.30
79	$0.7 \times 2 + 0.65 \times 2$	$0.8 \times 3$	$1 + 0.95$	1.35
73	$0.7 \times 4$	$0.85 + 0.8 \times 2$	$1 + 1$	1.40
68	$0.8 + 0.7 \times 3$	$0.85 \times 3$	$1.05 + 1$	1.45
64	$0.75 \times 4$	$0.9 \times 3$	$1.1 + 1.05$	1.50